Quadro VII

Valores de φ (x)

x \ m_1	1	2	3	4	5	7,5	10
0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,026	0,0238	0,0218	0,0202	0,0188	0,0159	0,0138
0,2	0,156	0,141	0,129	0,118	0,110	0,0921	0,0785
0,3	0,548	0,495	0,451	0,414	0,379	0,314	0,265
0,4	1,58	1,43	1,290	1,180	1,08	0,885	0,738
0,5	4,87	4,1	3,614	3,285	2,993	2,415	1,984
0,6	13,0	11,6	10,4	9,4	8,6	6,85	5,54
0,7	43,1	38,4	34,5	31,0	28,0	22,1	17,8
0,8	198	176	157	141	127	99,1	78,3
0,9	2060	1840	1620	1450	1310	1010	790
1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

A partir destes valores determinam-se as curvas φ (x) em função de x (fig. 3); nesta figura só estão indicadas as curvas extremas.

2) *Estudo do segundo membro*

Os valores de m_1 e m_2 calculam-se a partir do quadro V; as actividades correspondentes (que, como se disse, se supõem constantes com a temperatura) são tiradas respectivamente de Lewis and Randall «Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances» e de K. L. Elmore, C. M. Mason and J. H. Christensen, «Activity of Orthophosphoric Acid in Aqueous Solutions at. 25° from vapor Pressure Measurements» (Journal of the American Chemical Society, Dez. 1946). Os valores que não se encontraram directamente determinaram-se por interpolação linear.

Nos quadros VIII a XVII estão reunidos os valores de m_1, m_2, γ_1, γ_2 e β para diferentes valores de x.

Quadro VIII

(x = 0,1)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,856	0,158	0,095	0,76	0,0067	0,000596
2	1,735	0,148	0,195	0,80	0,0050	0,00082
3	2,62	0,159	0,291	0,83	0,0059	0,00134
4	3,92	0,201	0,436	0,85	0,0113	0,00318
5	4,4	0,219	0,488	0,87	0,014	0,00461
7,5	6,18	0,340	0,743	0,92	0,0477	0,0202
10	8,98	0,575	0,996	0,96	0,206	0,102

Quadro IX

($x = 0,2$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,732	0,165	0,183	0,8	0,0070	0,000622
2	1,485	0,149	0,372	0,85	0,0046	0,000755
3	2,24	0,152	0,56	0,89	0,0044	0,001
4	3,08	0,169	0,771	0,92	0,0057	0,0016
5	3,822	0,197	0,931	0,95	0,0085	0,00279
7,5	5,69	0,300	1,425	1,035	0,0253	0,0107
10	7,98	0,491	1,995	1,14	0,091	0,045

Quadro X

($x = 0,3$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,605	0,172	0,259	0,82	0,0076	0,000676
2	1,255	0,149	0,538	0,89	0,0042	0,000689
3	1,90	0,147	0,815	0,93	0,0037	0,000841
4	2,57	0,158	1,1	0,99	0,0040	0,001120
5	3,27	0,176	1,4	1,03	0,0052	0,001695
7,5	5,1	0,250	2,19	1,17	0,0114	0,00483
10	7,05	0,412	3,02	1,35	0,0385	0,019

Quadro XI

($x = 0,4$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,52	0,177	0,343	0,84	0,0079	0,000704
2	1,04	0,150	0,694	0,91	0,0047	0,00077
3	1,585	0,149	1,06	0,97	0,0035	0,000795
4	2,13	0,149	1,42	1,035	0,0031	0,000821
5	2,75	0,161	1,835	1,112	0,0033	0,001084
7,5	4,36	0,217	2,89	1,39	0,00528	0,002214
10	6,05	0,330	4,04	1,630	0,013	0,00642

Quadro XII

($x = 0,5$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,406	0,199	0,406	0,85	0,011	0,00098
2	0,835	0,159	0,835	0,935	0,0046	0,00075
3	1,275	0,149	1,275	1,02	0,0032	0,00073
4	1,73	0,148	1,73	1,1	0,0027	0,00076
5	2,22	0,151	2,22	1,19	0,0024	0,00079
7,5	3,59	0,188	3,59	1,47	0,00308	0,00130
10	4,97	0,241	4,97	1,93	0,0038	0,00188

Quadro XIII

($x = 0,6$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,314	0,219	0,472	0,87	0,0138	0,00123
2	0,65	0,170	0,975	0,96	0,0053	0,00089
3	0,995	0,150	1,495	1,03	0,0032	0,00072
4	1,36	0,149	2,04	1,15	0,0025	0,0007
5	1,87	0,148	2,81	1,31	0,0019	0,00062
7,5	2,85	0,163	4,27	1,7	0,0015	0,00064
10	4,06	0,203	6,1	2,41	0,0014	0,00069

Quadro XIV

($x = 0,7$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,228	0,238	0,53	0,894	0,0172	0,00153
2	0,472	0,184	1,10	0,985	0,0067	0,0011
3	0,725	0,165	1,69	1,09	0,0038	0,00086
4	0,995	0,150	2,32	1,21	0,0023	0,00065
5	1,29	0,149	3,01	1,35	0,0018	0,00059
7,5	2,11	0,149	4,92	1,92	0,0009	0,00038
10	3,02	0,166	7,03	2,90	0,00055	0,00027

Quadro XV

($x = 0,8$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,147	0,28	0,587	0,89	0,0278	0,00247
2	0,305	0,22	1,22	1	0,0106	0,00174
3	0,471	0,184	1,89	1,12	0,0049	0,00112
4	0,65	0,17	2,60	1,26	0,0031	0,00087
5	0,845	0,159	3,38	1,43	0,00196	0,00065
7,5	1,395	0,149	5,57	2,14	0,000725	0,00031
10	2,06	0,147	8,23	3,68	0,00024	0,00012

Quadro XVI

($x = 0,9$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0,071	0,36	0,64	0,9	0,0576	0,00512
2	0,148	0,28	1,33	1,02	0,0212	0,00348
3	0,225	0,24	2,03	1,09	0,0116	0,00264
4	0,317	0,218	2,85	1,25	0,0071	0,00199
5	0,414	0,197	3,73	1,55	0,0030	0,00099
7,5	0,692	0,167	62,2	2,46	0,000714	0,00030
10	1,028	0,159	9,25	4,38	0,00019	0,000094

Quadro XVII

($x = 1$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
1	0	1	0,690	0,913	1,2	0,105
2	0	1	1,435	1,04	0,925	0,154
3	0	1	2,22	1,14	0,77	0,175
4	0	1	3,1	1,36	0,541	0,152
5	0	1	4,06	1,63	0,377	0,124
7,5	0	1	6,86	2,80	0,116	0,0492
10	0	1	10,30	4,75	0,0442	0,0218

A partir destes quadros podem traçar-se as curvas de variação de β em função de x para os diferentes valores de m_i (fig. 4).

c) *Formação de hemi-hidrato*

Neste caso convém fazer o estudo entre $m_i = 15$ e $m_i = 30$ procedendo como no caso do gesso.

1) *Estudo da função $\varphi(x)$*

A função é crescente e de concavidade voltada para cima, para

$$y < \frac{9}{9 + 1,656 \times 0,5} = 0,92$$

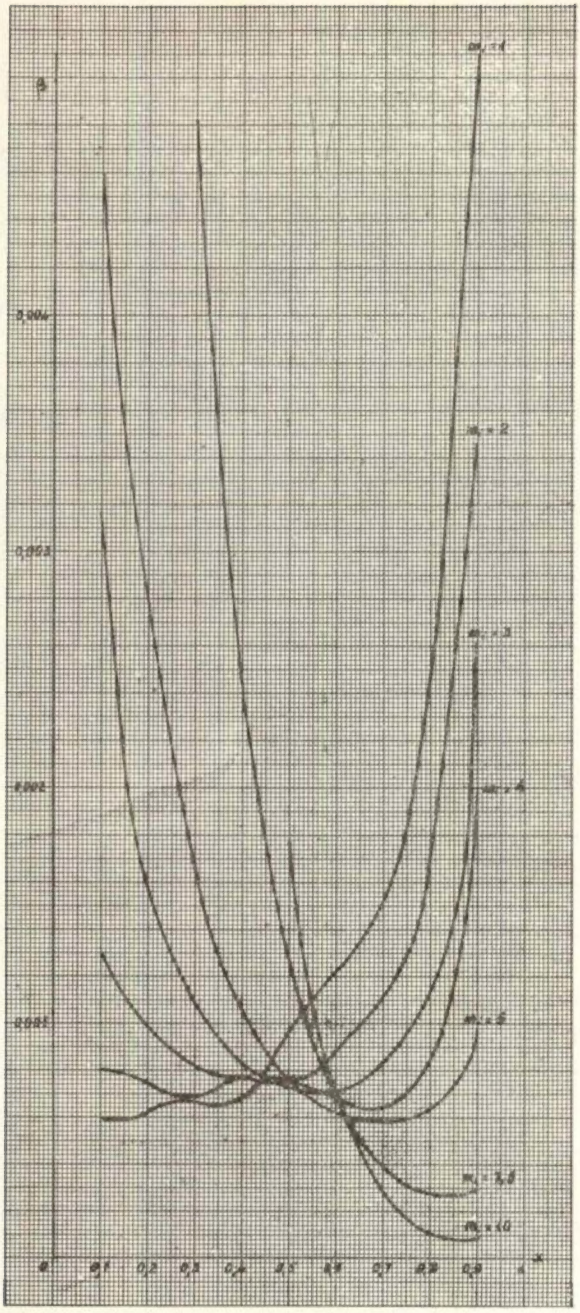


Fig. 4

Os valores de r e s são dados no quadro XVIII.

Quadro XVIII

m_i	y	r	s
15	0,598	0,804	0,286
20	0,662	0,676	0,155
25	0,710	0,58	0,094
30	0,748	0,504	0,045

A partir deste quadro determinam-se pontos das diferentes curvas (quadro XIX).

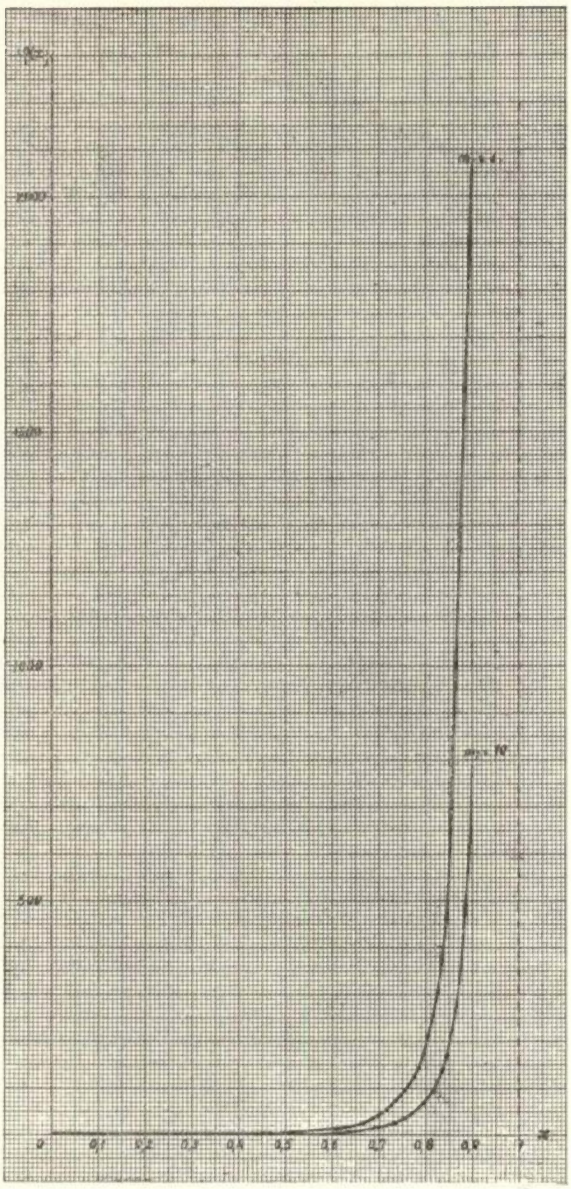


Fig. 3

Quadro XIX

Valores de φ (x)

x \ m_i	15	20	25	30
0	0	0	0	0
0,1	0,0114	0,00947	0,00806	0,00696
0,2	0,0676	0,0555	0,047	0,0403
0,3	0,236	0,191	0,161	0,137
0,4	0,68	0,547	0,457	0,386
0,5	1,894	1,507	1,254	1,053
0,6	5,48	4,32	3,58	2,97
0,7	18,1	14,1	11,65	9,65
0,8	82,5	64,0	52,5	43,2
0,9	860	661	538	441
1	∞	∞	∞	∞

Na figura 5 estão traçadas as curvas $\varphi(x)$ em função de x, para $m_i = 15$ e $m_i = 30$.

2) *Estudo do segundo membro*

Procedendo como no caso de formação de gesso podem estabelecer-se os quadros XX a XXIX.

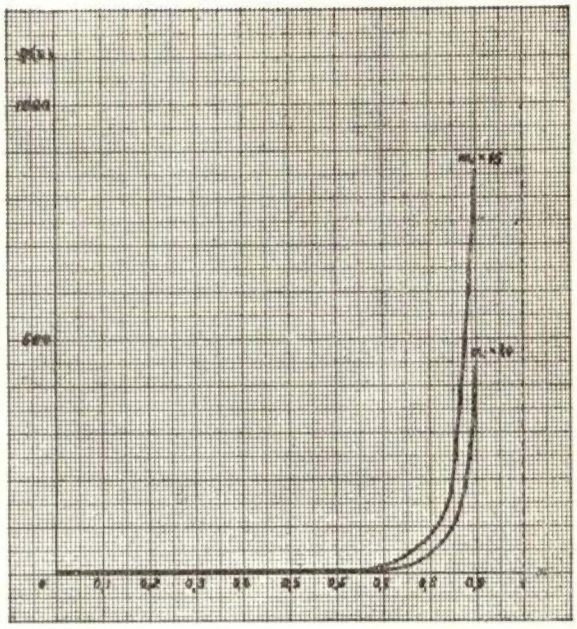


Fig. 5

Quadro XX

($x = 0{,}1$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	13,2	1,044	1,47	1,043	1,04	0,622
20	17,6	1,758	1,95	1,092	4,52	2,99
25	22,1	—	2,46	1,23	—	—
30	26,9	—(1)	2,99	1,35	—	—

Quadro XXI

($x = 0{,}2$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	11,42	0,83	2,86	1,32	0,328	0,196
20	14,8	1,24	3,7	1,54	0,802	0,531
25	19,3	2,1	4,83	1,89	2,6	1,845
30	23,7	—	5,92	2,32	—	—

Quadro XXII

($x = 0{,}3$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	9,77	0,642	4,2	1,68	0,6936	0,0560
20	13,1	1,032	5,63	2,41	0,1894	9,1254
25	16,6	1,658	7,13	2,93	0,448	0,0528
30	20,7	2,4	8,9	4,17	0,815	0,61

(1) Os valores não indicados estão fora dos limites que aparecem nas tabelas usuais.

Quadro XXIII

(x = 0,4)

m_1	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	8,15	0,539	5,43	2,11	0,0352	0,2211
20	10,95	0,774	7,3	3,05	0,0499	0,033
25	14,0	1,14	9,35	4,46	0,0744	0,0528
30	16,95	1,634	11,3	6,13	0,1338	0,1

Quadro XXIV

(x = 0,5)

m_1	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_2^3}{\gamma_2^2}$	β
15	6,6	0,376	6,6	2,65	0,0075	0,00449
20	8,95	0,572	8,95	4,21	0,01062	0,00744
25	11,5	0,84	11,5	6,29	0,01496	0,01062
30	14,4	1,188	14,4	9,58	0,0183	0,0137

Quadro XXV

(x = 0,6)

m_1	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	5,17	0,256	7,75	3,34	0,00138	0,000825
20	7,02	0,411	10,51	5,41	0,00237	0,00157
25	9,05	0,58	13,6	8,58	0,00266	0,00189
30	11,54	0,845	17,3	13,78	0,0032	0,00239

Quadro XXVI

(x = 0,7)

m_1	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	3,78	0,195	8,8	4,2	0,000422	0,000253
20	5,17	0,256	12,05	6,74	0,000369	0,000244
25	6,69	0,383	15,6	11,2	0,00049	0,000348
30	8,48	0,533	19,75	17,5	0,000497	0,000372

Quadro XXVII

($x = 0,8$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1}{\gamma_2^2}$	β
15	2,45	0,156	9,81	4,77	0,000168	0,0001
20	3,38	0,18	13,5	8,48	0,0000807	0,0000534
25	4,38	0,218	17,55	14,13	0,000052	0,0000369
30	5,66	0,297	22,6	22,6	0,000051	0,0000382

Quadro XXVIII

($x = 0,9$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1}{\gamma_2^2}$	β
15	1,2	0,149	10,85	5,65	0,000104	0,0000622
20	1,66	0,148	15,00	10,4	0,00003	0,0000197
25	2,18	0,150	19,6	16,75	0,000012	0,0000085
30	2,82	0,162	25,4	27,8	0,0000055	0,0000041

Quadro XXIX

($x = 1$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	0	1	11,73	6,47	0,0239	0,0143
20	0	1	16,27	12,14	0,00676	0,00448
25	0	1	21,3	20,5	0,00235	0,00167
30	0	1	27,8	32,3	0,00095	0,00071

Como no caso anterior podem traçar-se as curvas de β em função de x (fig. 6).

d) *Formação de anidrite*

Neste caso, vamos fazer o estudo de $m_i = 15$ a $m_i = 35$.

1) *Estudo de função* φ (x)

Como vimos a função é crescente e de concavidade voltada para cima para todos os valores de y; os valores de r e s são dados no quadro XXX.

Quadro XXX

m_i	y	γ	s
15	0,598	0,804	0,402
20	0,662	0,676	0,338
25	0,71	0,58	0,29
30	0,748	0,504	0,252
34	0,775	0,45	0,225

Os valores de φ (x) são dados no quadro XXXI.

Quadro XXXI

Valores de φ (x)

x \ m_i	15	20	25	30	35
0	0	0	0	0	0
0,1	0,0116	0,0097	0,0083	0,0073	0,0065
0,2	0,0695	0,0583	0,051	0,0435	0,0388
0,3	0,243	0,204	0,175	0,152	0,136
0,4	0,707	0,602	0,516	0,448	0,401
0,5	2,01	1,69	1,45	1,26	1,12
0,6	5,88	4,93	4,23	3,68	3,29
0,7	19,7	16,5	14,2	12,3	11,0
0,8	180	157,5	130	113	101
0,9	945	795	681	592	529
1	∞	∞	∞	∞	∞

Estes valores servem à construção das curvas da fig. 7.

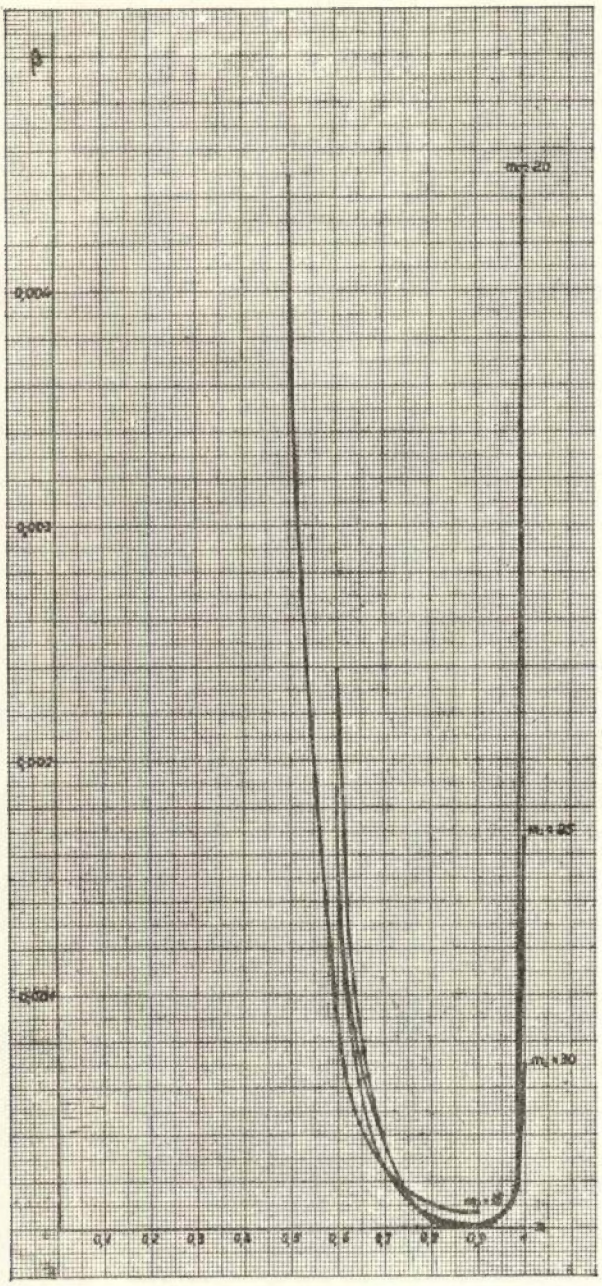


Fig. 6

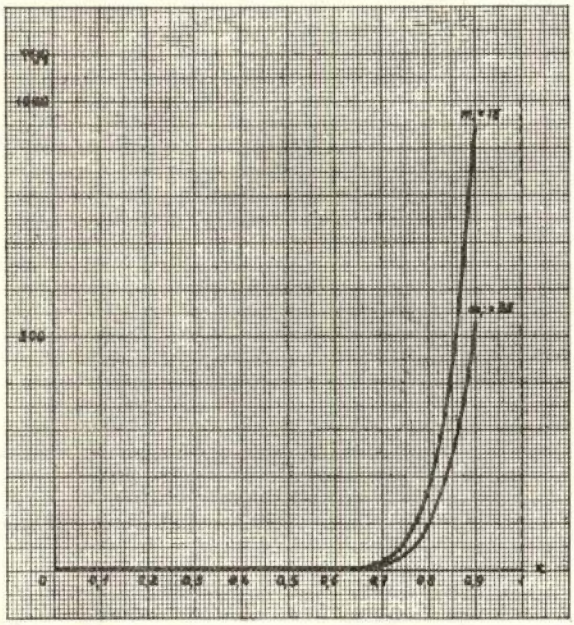


Fig. 7

2) *Estudo do segundo membro*

Procedendo como nos casos anteriores podem estabelecer-se os quadros XXXII a XLI.

Quadro XXXII

($x = 0,1$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	13,01	1,000	1,446	1,036	0,395	0,559
20	17,12	1,667	1,900	1,14	3,54	2,34
25	21,4	2,4	2,38	1,22	9,27	6,08
30	26	—	2,88	1,33	—	—
35	30,1	—	3,34	1,44	—	—

Quadro XXXIII

($x = 0,2$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	11,05	0,769	2,76	1,3	0,266	0,159
20	14,54	1,205	3,64	1,48	0,800	0,53
25	18,20	1,875	4,55	1,79	2,06	1,462
30	22	2,6	5,51	2,24	3,51	2,63
35	25,6	—	6,38	2,54	—	—

Quadro XXXIV

($x = 0,3$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	9,25	0,599	3,96	1,62	0,0815	0,0488
20	12,31	0,946	5,22	2,14	0,184	0,122
25	15,2	1,298	6,52	2,60	0,323	0,229
30	18,4	1,913	7,9	4,43	0,588	0,44
35	21,3	2,4	9,15	4,21	0,776	0,601

Quadro XXXV

($x = 0,4$)

m_i	m_1	γ_1	m_2	γ_2	$\frac{\gamma_1^3}{\gamma_2^2}$	β
15	7,5	0,451	5,06	1,94	0,0242	0,0145
20	10	0,66	6,67	2,60	0,0422	0,028
25	12,5	0,96	8,34	3,78	0,0615	0,0436
30	15	1,26	10,1	4,86	0,0848	0,0635
35	17,5	1,74	11,7	6,45	0,126	0,0976

(Continua)

A Mecânica do Solo e as suas aplicações

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) MANUEL PIMENTEL PEREIRA DOS SANTOS
Antigo Assistente da Faculdade de Ciências do Porto
Director do Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo

(Continuação)

C. D. 624.131

CAPÍTULO VII

Impulso das terras

1 — Pressão das terras

A primeira teoria permitindo a determinação matemática do impulso exercido pelas terras sobre suportes laterais parece ser devida a Coulomb, sendo publicada em 1773. Os resultados obtidos eram de grande simplicidade. Poncelet (1840) e Rankine (1856) trouxeram também a sua contribuição para o problema, e os seus métodos conduziram a resultados pràticamente semelhantes aos de Coulomb. A teoria de Résal (completada por Caquot) admite na sua base o equilíbrio do macisso ideal da teoria da elasticidade, tal como faz Rankine, embora se desenvolva segundo hipóteses diferentes.

Atendendo à existência em língua portuguesa da excelente obra de Correia de Araújo [5] sobre o assunto, preocupar-nos-emos mais especialmente com o problema visto do ângulo particular da Mecânica do Solo.

2 — Estabilidade do conjunto

No projecto dum muro de suporte, um dos elementos mais frequentemente esquecidos é o que diz respeito ao estudo da estabilidade à rotação do conjunto. Tal esquecimento tem conduzido a graves desastres, por vezes muitos anos depois da obra estar em serviço.

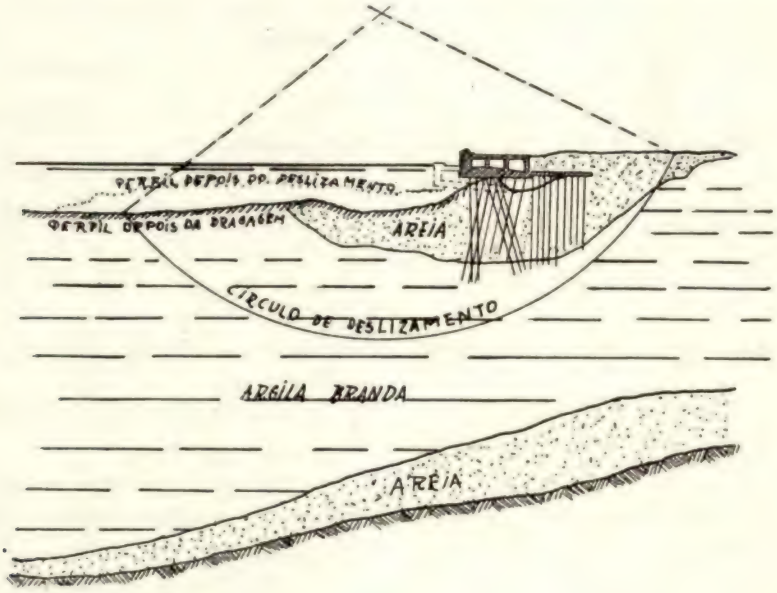


Fig. 116
(Diversos [3] pág. 45)

É clássico nesta ordem de ideias o deslizamento do cais do porto de Gothenburg, em 1916 (fig. 116). O deslizamento efectuou-se dentro dum estrato de argila branda e

o cais tomou parte no movimento do conjunto. É evidente que fossem quais fossem as suas dimensões, estas não influiriam nas condições do desastre. O problema tem que ser estudado dentro dos métodos expostos no capítulo anterior.

Um outro exemplo elucidativo pode ser fornecido pelo deslizamento ocorrido perto da Estação do Caminho de Ferro de Wembley Hill (Inglaterra) apresentado na fig. 117, e em que o muro de suporte se deslocou cerca de 6 metros em 30 minutos.

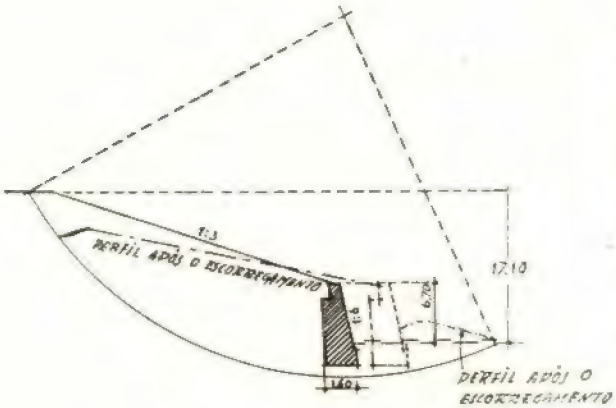


Fig. 117

Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 378)

3 — Impulso activo e impulso passivo das terras

Como se sabe, há que distinguir entre os impulsos activo e passivo exercido pelos solos.

O impulso activo é exercido pelo macisso terroso sobre o muro no instante em que vai começar o movimento da cunha de terra formada em consequência de se ter atingido a resistência ao corte ao longo duma superfície de rotura.

O impulso passivo é a resistência oposta pelo macisso terroso ao movimento do muro contra ele, no instante em que vai começar o movimento (de sentido inverso ao anterior) da cunha de terra formada em condições semelhantes às do caso do impulso activo.

4 — Solos arenosos e solos coerentes

Neste capítulo, como em quase todos os da Mecânica do Solo, é necessário distinguir entre solos coerentes e solos incoerentes. As teorias de Coulomb, Rankine, e seus seguidores foram estabelecidas no caso de solos granulares desprovidos de coesão. No entanto, elas têm sido aplicadas a solos coerentes, conduzindo por vezes a trágicos fracassos. No que se segue, vamos começar por estudar o caso dos solos não coesivos.

5 — A teoria de Coulomb e a sua crítica

A teoria de Coulomb é ainda hoje sistemàticamente aplicada, talvez devido à sua grande simplicidade. No entanto, o seu aspecto científico deixa muito a desejar em face dos conhecimentos actuais. Para o mostrar, vamos seguir a crítica magistral de Terzaghi [58], que envolve algumas das mais belas páginas da literatura científica moderna.

No caso do impulso activo, a teoria de Coulomb repousa sobre as quatro hipóteses seguintes:

a) A resistência ao corte ao longo duma secção no macisso terroso é expressa por

$$T = N \operatorname{tg} \alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (133)$$

sendo α o ângulo de repouso natural do solo.

b) O escorregamento é feito segundo uma superfície plana.

c) Ao longo dessa superfície de deslizamento, a resistência ao corte é totalmente mobilizada.

d) Em todos os pontos da superfície de deslizamento o solo encontra-se no *estado limite de equilíbrio*. Isto é o mesmo que admitir que, sendo planas a superfície do aterro e da parte interna do muro de suporte, a distribuição da impulsão é hidrostática, e a sua resultante actua a um terço da altura do muro. Esta consequência é comum não só à teoria de Coulomb, mas também à de Rankine e a todas as teorias habituais, antigas e modernas.

Com estas quatro hipóteses, pôde Coulomb resolver completamente o seu problema, ou seja a determinação da impulsão em gran-

deza, direcção e sentido, e ainda o seu ponto de aplicação.

O confronto da fórmula estabelecida por Coulomb, ou dos resultados dos métodos gráficos que a traduzem é, no entanto, de molde a causar apreensões. Assim, antecipando alguns pontos que mais adiante desenvolveremos, é sabido que não fornece dados satisfatórios sobre a distribuição das pressões não hidrostáticas, sobre as cofragens de trincheiras, nem sobre a influência dos aguaceiros no impulso exercido pela areia fina num muro de face interior bem drenada, nem sobre o papel da compacidade da areia na grandeza do impulso exercido. Isto para limitar a enumeração a alguns dos casos mais característicos.

Onde ir buscar então a origem do desacordo profundo entre a teoria e a realidade? Não na teoria em si, que assenta na aplicação de leis mecânicas bem conhecidas como válidas sem excepção. Portanto, resta o caminho de criticar as próprias hipóteses que suportam a teoria.

Essa crítica começa — e nesta altura já estamos habilitados a compreender porquê — na própria equação (133) que concretiza a primeira hipótese.

Com efeito, sabemos que o ângulo que aparece na equação citada não coincide com o *ângulo de repouso* senão no caso de areia seca e muito dividida: é um facto experimental. O que aí deve figurar é o ângulo de atrito interno φ, que nas areias pode variar até cerca de 40°, conforme a capacidade do material (enquanto o ângulo de repouso é da ordem dos 34° para *todas* as areias).

Por outro lado, a presença da água foi e é considerada como produzindo uma redução da ordem de 6 ou mais graus no valor do ângulo φ, na equação (133). Tal não acontece; o que na realidade tem lugar é, como sabemos, que a água existente nos poros toma sobre si uma parte da pressão normal exercida, correspondendo portanto a uma distribuição da resistência ao corte. Isto é, a equação (133) toma a forma bem conhecida

$$T = (N - n) \operatorname{tg} \varphi \quad . \; . \; . \; . \quad (134)$$

em que n é a chamada *pressão neutra*.

Fica assim eliminada a necessidade de considerar a existência dum pseudo efeito lubrificante entre a areia e a água.

Atendendo à equação (106), podemos ainda escrever

$$T = (N - \gamma_0 h) \operatorname{tg} \varphi \quad . \; . \; . \quad (134)$$

sendo h a altura a que a água sobe num piezométrico colocado no ponto considerado.

Outro efeito ligado à crítica da 1.ª hipótese de Coulomb é justamente o de se saber que a rotura dum número importante de muros de suporte, sobretudo quando o aterro era formado de areia fina, tem lugar durante aguaceiros de tempestade. Isto mesmo a despeito duma drenagem dos muros que deveria ser eficaz segundo as concepções clássicas.

Terzaghi resolveu elegantemente mais esta questão, mostrando que o acréscimo de pressão exercida pelo solo sobre o muro pode atingir 33 %. Consideremos assim (fig. 118) um muro de suporte convenientemente drenado, suportando um macisso de areia fina. Durante o período seco, a água não sobe num tubo piezométrico introduzido no solo, apesar de (em climas húmidos) existir sempre água nos poros, dada a natureza finamente granulada do material. Portanto $n = O$.

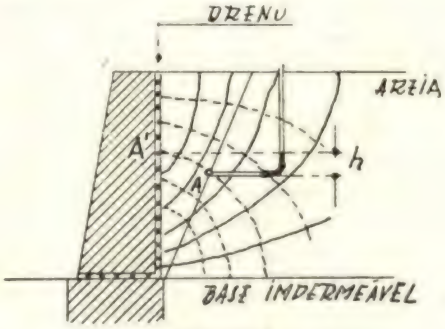


Fig. 118

Mas quando chove com intensidade, os espaços inter-partículas que estavam só parcialmente saturados passam a estar totalmente. As linhas de corrente (representadas a cheio na fig. 118) dirigem-se para o dreno vertical, sendo como sempre ortogonais às linhas de igual nível piezométrico (a tracejado).

Num ponto A, este nível passa para a cota correspondente ao ponto A' de intersecção com o dreno vertical da linha iso-piezométrica passando por A. Temos assim o valor de h a fazer intervir na equação (135). O cálculo conduz a um aumento do impulso lateral, em virtude da diminuição da resistência ao corte resultante, da ordem dos 35 %, como se disse. O cálculo pode conduzir-se por um método adotado do de Coulomb por Terzaghi.

O remédio para evitar tal estado de coisas desfavorável é evidentemente procurar conseguir a horizontalidade das linhas iso-piezométricas. Isso consegue-se com um dreno inclinado, e situado abaixo da cunha de impulso, como se representa na fig. 119. O dreno deve atingir cerca de 2/3 da altura total do muro.

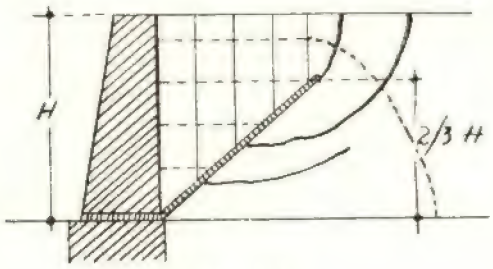


Fig. 119

A 2.ª hipótese da teoria de Coulomb diz respeito à secção de deslizamento, que supõe plana. Sabe-se hoje que não o é, depois dos trabalhos de Karmán, Jacky, Ohde, e de outros. Chegaram esses investigadores à conclusão de que a superfície de escorregamento é curva na sua parte inferior, seguida duma parte plana, seja qual for o impulso que se considere. Mas enquanto no caso do *impulso activo* a substituição da superfície de escorregamento por um plano conduz a erros que podem ser admitidos dentro das condições práticas, já o mesmo não sucede no caso do *impulso passivo,* em que o erro pode ser superior a 30 %. Neste caso é aconselhável, como método aproximado, a substituição da parte curva da superfície de escorregamento por uma superfície cilíndrica cuja directriz seja uma espiral logarítmica. O erro assim cometido é da ordem dos 3 %, perfeitamente admissível portanto. Também por vezes se emprega uma directriz circular, usando o chamado *método do círculo de fricção.*

Na 3.ª hipótese estabelece-se que a resistência ao corte é totalmente mobilizada ao longo da superfície de escorregamento. Mas para que essa superfície se possa formar é necessário que o suporte das terras execute um pequeno deslocamento lateral. Esse deslocamento é muito pequeno e portanto admissível com areias e solos arenosos; o mesmo não acontece com areias brandas, como veremos. No entanto, há casos, além destes, em que o estudo do impulso se não pode conduzir admitindo o estado de rotura do solo. É o que acontece por exemplo quando lidamos com paredes apoiadas em cima e em baixo (túneis, canais subterrâneos, silos, etc.).

Mas existem ainda outras circunstâncias, tais como as indicadas na fig. 120, em que se representa um bloco monolítico de construções apoiando-se frontalmente sobre um muro. Agora, o bloco não pode ser tratado como uma sobrecarga no terreno, da qual interessaria apenas a parte existente sobre o prisma de enrocamento. Dado que a sobrecarga não é susceptível de divisão, é provável que não se forme qualquer superfície

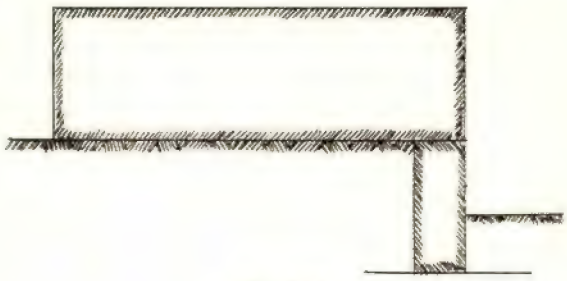


Fig. 120

de rotura, se o impulso activo do peso próprio do solo puder ser absorvido pelo muro (E. Schultzer [47]). Como o impulso activo existente antes de ser atingido o estado de rotura é notàvelmente superior ao valor correspondente a esse estado, toma-se muitas vezes o primeiro para os cálculos. O método Terzaghi-Magnel, muito longe de se poder

considerar perfeito, é contudo utilizado para a determinação do chamado impulso de equilíbrio do peso próprio e sobrecarga.

Finalmente, a 4.ª hipótese conduz à admissão duma distribuição triangular (hidrostática) do impulso lateral sobre o muro de suporte. Ora foi possível chegar à conclusão, em face do comportamento mecânico dos solos, de que tal distribuição só é susceptível de se admitir quando o muro se deslocar por rotação em torno da aresta inferior. É o caso da fig. 121, em que as linhas a traço ponto representam superfícies de escorregamento aproximadamente planas.

Mas se a rotação do suporte se der em torno da aresta superior, como representa a fig. 122, nem as superfícies de escorregamento poderão ser tomadas como planas, nem a distribuição de pressões é triangular. É o caso de entivamentos de galerias de minas e de estacas pranchas fixadas na parte superior. Agora as superfícies de escorregamento são assimiláveis a círculos (Ohde) ou a espirais logarítmicas (Rendulic); o impulso activo distribui-se, pràticamente, com valores de 15 a 20 % superiores aos de Coulomb, e a resultante respectiva actua aproximadamente a meio da parede e não a 1/3 da altura.

Estas considerações encontram apoio experimental nos trabalhos de numerosos investigadores. Em particular, nas experiências célebres conduzidas em Berlim pela *Siemens Bau Union* em cascalho arenoso achou-se para o centro de impulsão uma localização situada entre 0,45 e 0,55 da altura da face da trincheira estudada, correspondendo a uma distribuição parabólica e a um impulso de atrito interno da ordem dos 40°. Isto é também confirmado por observações em argila arenosa, em Nova York; em argila no Metropolitano de Chicago; também em Londres em investigações da Building Research Station.

Todas estas questões podem considerar-se sintetizadas nas palavras de Terzaghi a seguir transcritas e pronunciadas em 1939 [58]:

«Os métodos empregados há 20 anos para resolver os problemas de impulso de terras eram baseados em hipóteses que raramente são satisfeitas nas condições de campo. Os limites de aplicação eram quase desconhecidos e por consequência qualquer aplicação prática tinha as características dum jogo. Hoje estes métodos estão postos de parte por

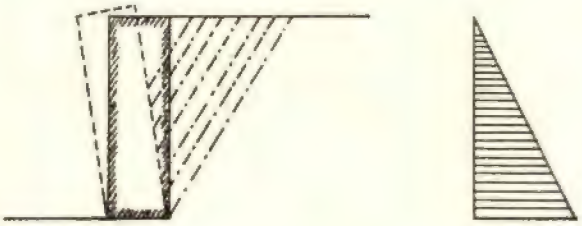


Fig. 121

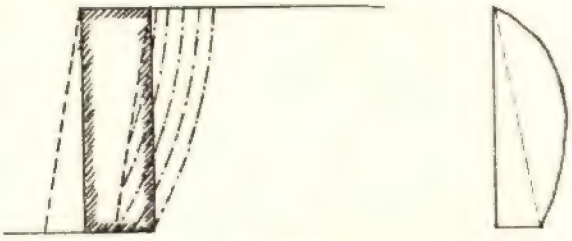


Fig. 122

um método geral que abrange uma grande variedade de casos práticos, com excepção dos que implicam o impulso exercido por argilas típicas. As regras para adoptar este modo de proceder às condições existentes estão bem estabelecidas. As contradições entre a teoria e a prática deixarem de existir».

A fig. 123 representa as operações necessárias para o cálculo gráfico do impulso activo em areias. O processo indicado conduz por tentativas à cunha de deslizamento mais desfavorável. É necessário determinar experimentalmente o ângulo de atrito interno φ, o peso específico aparente do solo ω, e o ângulo de atrito entre o muro e o solo δ (geralmente tabelado.)

No caso da existência da sobrecarga concentrada a sua influência pode estudar-se

pela fórmula de Boussinesq, dando a pressão horizontal p à profundidade h

$$p = \frac{3\,P\,d^2\,h}{2\,\pi\,R^5} \quad . \; . \; . \; . \quad (134)$$

A tendência ao movimento do solo para dentro da trincheira começa quando o primeiro grupo de escoras é submetido a esforços de compressão, aumentando quando os grupos seguintes vão entrando igualmente

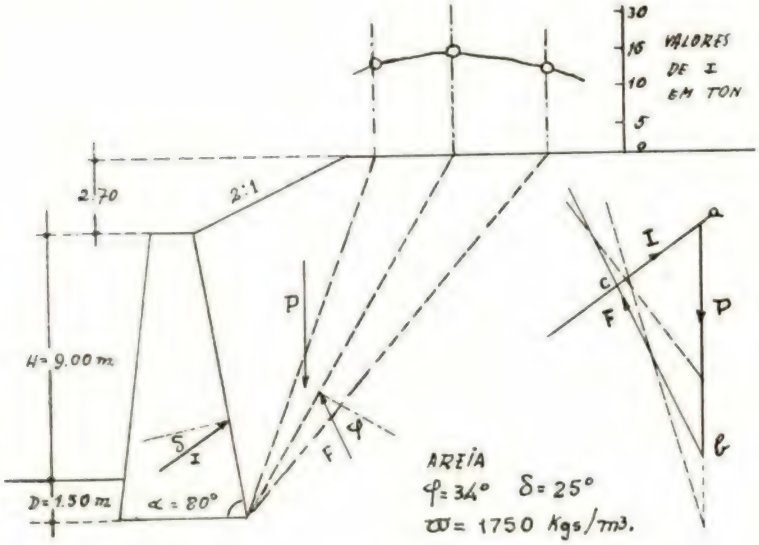


Fig. 123
(Diversos [3] pág. 48)

sendo P a carga vertical concentrada, d a distância horizontal desta ao muro e

$$R = \sqrt{h^2 + d^2}$$

No caso duma sobrecarga uniformemente distribuída p' é sabido que ela pode ser substituída por uma altura equivalente de solo dada por

$$h = \frac{p'}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (135)$$

Ao passo que o efeito duma sobrecarga concentrada diminui ràpidamente com a profundidade, o duma sobrecarga uniforme mantém-se constante em toda a altura do muro.

6 — Cofragem de trincheiras

Durante a cofragem de escavações, tende e formar-se um plano de deslizamento coincidindo sensìvelmente com uma espiral logarítmica.

em serviço. Produz-se na parte superior (fig. 124) um «*efeito de arco*» que não pode-

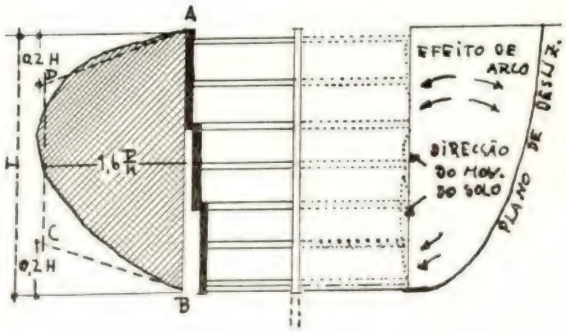


Fig. 124
(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 38)

mos estudar em detalhe, mas que tem por efeito fazer subir o centro de pressão, que fica como dissémos, aproximadamente a meio da altura, em lugar de 1/3. O *efeito de arco* pode ser provocado num macisso terroso por um suporte que se desloque horizontalmente para o interior de cerca de 0,1 % da altura, provocando uma redistribuição de pressões, que aumentam na parte

superior e diminuem na inferior, mas sem variação do valor total. O *efeito de arco* nunca ocorre num macisso em estado de equilíbrio.

No cálculo prático substitui-se a distribuição parabólica de pressões por um diagrama trapezoidal ACD; a pressão máxima é de $1{,}6 \frac{P}{H}$ sendo P o impulso activo calculado no caso do muro ou estaca prancha. A carga total exercida na cofragem será de 1,28 P. O factor 1,28 traduz assim o efeito das condições especiais de deformação do solo.

7 — Estacas pranchas

O estudo de cortinas de estacas pranchas levar-nos-ia muito longe pelo que não o abordaremos. Deixamos indicadas como fontes de consulta as obras de Correia de Araújo [5], Terzaghi, [15] e como exposição do método prático de Blum, os artigos de Reynolds e Protopapadakis [53]. Chamemos também a atenção para o facto de, além do cálculo referente à estabilidade da estaca prancha, ser necessário considerar a estabilidade da estaca cravada no terreno ao deslizamento circular, e ainda para a existência duma *altura crítica* quando cravadas em solo argiloso, dada por

$$H = \frac{4\,T}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (136)$$

8 — Caso dos solos coerentes

Já vimos que no caso do solos granulares a validade das teorias de impulso de terras assentava, entre outras, na hipótese essencial de que ao longo do plano de escorregamento a resistência ao corte era inteiramente mobilizada. Esta mobilização era conseguida por um pequeno deslocamento do suporte. Tal movimento era, no caso especial dos solos citados, sempre compatível com a estabilidade do conjunto.

Mas no caso dos solos coerentes nem sempre sucede assim. Concretizando, quando se trata de argilas brandas, dotadas de alta plasticidade, o movimento do suporte é absolutamente inadmissível para o grau necessário à mobilização da resistência ao corte.

Há ainda que ter em atenção os fenómenos já bem conhecidos da consolidação. O problema resume-se portanto, nas próprias palavras de Terzaghi [58], em 1939, da seguinte maneira:

«A combinação destes factores exclui a aplicação das teorias (sobre o impulso das terras) de qualquer tipo ao impulso exercido por argila branda, e fossem quais fossem as esperanças acariciadas a este respeito durante o século passado, elas devem ser postas de parte».

E mais adiante:

«De futuro, ao tratarmos destes problemas, só devemos escolher entre manter o presente estado de ignorância e adquirir uma soma de experiências dignas de confiança por medições sistemáticas e ensaios de identificação no campo».

Um outro efeito que tem muitas vezes lugar em argilas compactas é o do seu progressivo amolecimento sob a acção da água percolada através das fendas que quase sempre existem neste tipo de solos. Este efeito é também susceptível de falsear completamente os resultados de aplicação dos métodos de cálculo de impulso das terras. Só cuidadosas observações de campo nos poderão conduzir ao desenvolvimento de métodos de laboratório capazes de nos darem meios de avaliar este efeito; tais trabalhos parecem estar actualmente em curso.

Postas estas restrições, de resto importantíssimas, vejamos como se pode encarar o estudo teórico do impulso de terras coerentes.

É sabido que a teoria de Rankine foi durante muito tempo aplicada, contra o parecer expresso do seu autor, a este tipo de solos. De resto, tanto Moseley como Rankine exprimiram a ideia errada de que não se deveria ter em conta a coesão dos solos, mas tão sòmente a força de atrito. Só

com Langtry Bell (1915) e Résal (1910) é que a resistência ao corte foi introduzida como um factor dos cálculos. O método de

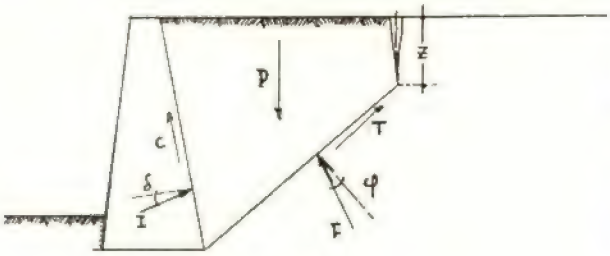


Fig. 125

Bell [53] [15], único a que nos referiremos, foi baseado em cuidadoso estudo experimental da questão.

de suporte, devida parcialmente à adesão e parcialmente ao atrito entre solo e muro. Essa força não excede em nenhum caso a coesão do solo, só atingindo de resto este valor no caso de argilas brandas. Ao longo da superfície de deslizamento a força desenvolvida é apenas devida à resistência devida ao corte do solo e não ao atrito.

O ângulo de atrito δ entre a parede e o solo, sempre pequeno para solos coerentes, toma-se pràticamente igual ao ângulo de atrito φ. Além do mais, e preciso ter em atenção a possibilidade de formação de fendas com a profundidade z dada pela fórmula

$$z = \frac{2\,T}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (137)$$

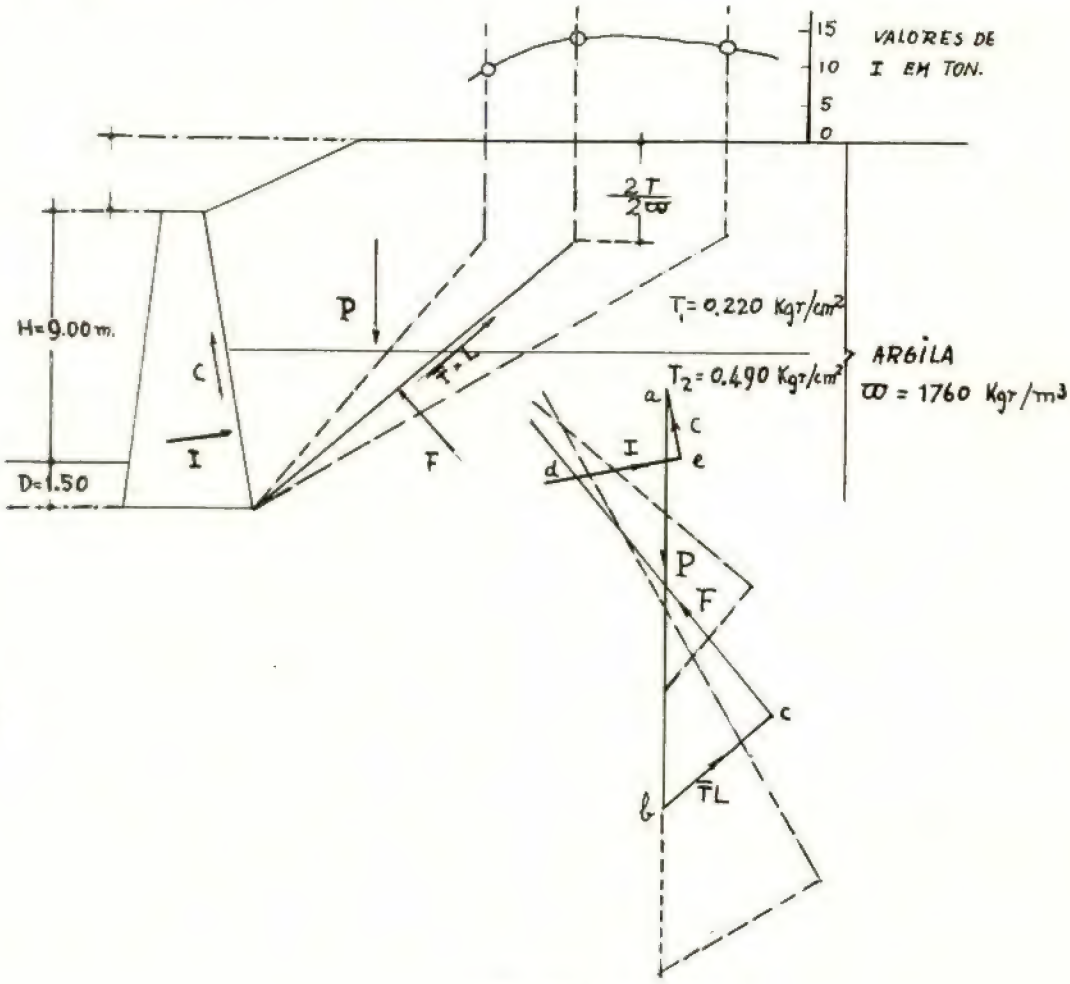


Fig. 126
(Diversos [3] pág. 48)

Nele se tem em devida conta a existência duma força tangencial ao longo da parede

A determinação do plano de rotura faz-se por tentativas, como resulta da fig. 126.

Ao longo do plano de escorregamento, tomou-se a resistência ao corte média T_ρ (a multiplicar pelo comprimento L da superfície de escorregamento).

É conveniente ter em conta uma carga hidrostática igual à profundidade das fendas, como efeito de águas superficiais ou de aguaceiro. O efeito do amolecimento de argilas compactas em consequência da presença de água pode ser muito atenuado, construindo um sistema de drenagem com contrafortes em pedra grossa conduzindo a tubos de evacuação através do muro.

Também se pode proceder pelo lançamento dum tapete impermeável sobre toda a área interessando a cunha de rotura.

9 — Impulsos passivos em solos coerentes

Como a assimilação a um plano da superfície de rotura conduz a um erro notável, convém utilizar o método da espiral logarítmica ou o do círculo de fricção.

10 — Estabilidade na base dos muros de suporte

A resistência da base do muro contra o escorregamento e a distribuição de pressões transmitidas ao terreno, tem que ser sempre cuidadosamente considerada.

A fig. 127 indica as forças a considerar.

Deve ser

$$I = F + Q_H \quad . \; . \; . \; . \quad (140)$$

devendo introduzir-se um factor de segurança de 1,5.

Para solos granulares

$$Q_H = Q_v \operatorname{tg} \delta \quad . \; . \; . \; . \quad (139)$$

δ varia de 17° a 25° com areia ou cascalho. Nunca excede o ângulo de atrito interno: geralmente toma-se 0,5 ou 0,75 do valor de φ.

Em solos coerentes

$$Q_H = T \cdot b \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (140)$$

sendo b a largura da fundação.

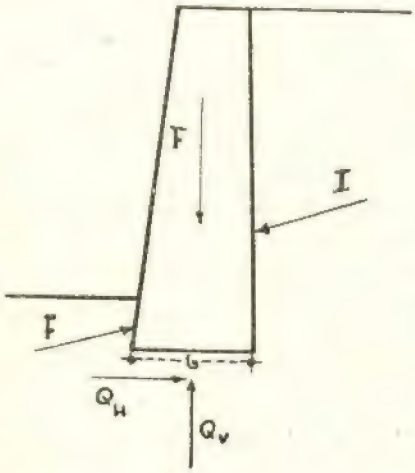


Fig. 127

CAPÍTULO VIII

Barragens de terra

1 — Fundações

Como em muitas outras obras de engenharia, o problema das fundações no caso das barragens de terra deve merecer especial atenção.

É necessário ter em conta a presença de fendas, constituíndo grave motivo de preocupação. O mesmo acontece se existirem camadas lodosas ou de argila branda. Entre muitas barragens de terra que ruiram devido a deficiência de fundação, figura a de *Chingford,* em que ocorreu um deslizamento devido à presença duma camada argilosa nessas condições [3].

Torna-se imperativo assegurar o mesmo grau de compactação na barragem pròpriamente dita e na sua fundação.

Se tal for impossível não se deve hesitar em procurar a solução do problema doutra maneira. Muitas vezes é aconselhável a remoção com explosivos do terreno existente (método semelhante ao citado no caso das estradas).

Foi o que se fez. por exemplo na barragem de *Franklin Falls* [3].

O cálculo pròpriamente dito das fundações conduz-se por meio dos métodos matemáticos já citados, admitindo-se geralmente sobre um terreno uma sobrecarga suposta triangular (fig. 28). Tem particular interesse a distribuição dos máximos esforços de corte. A deficiência de segurança com respeito a estes explica, entre outras, a rotura da maior barragem de terra do mundo *(Fort Peck).*

Alguns dos métodos pormenorizados no capítulo seguinte são de aplicação imediata ao caso das fundações de barragens de terra. Tem também interesse a previsão dos assentamentos.

2 — Compactação

O material que constitui a barragem tem que ser colocado num alto grau de compactação, procurando atingir-se sempre a maior densidade possível. Esta regra, como acentua *Skempton* [3], é ainda mais importante no caso do emprego de materiais argilosos ; se não for respeitada escrupulosamente, pode conduzir aos mais trágicos resultados, pelo amolecimento da argila provocado pela água dos poros.

Para se conseguirem os resultados desejados, é necessário :

a) utilização constante, no projecto e na construção, dos dados fornecidos pelo estudo laboratorial das terras;

b) emprego de potentes meios de compactação, nomeadamente de cilindros gigantes de pé de carneiro e de processos de vibração.

3 — Fenómenos de infiltração

Tudo que no Capítulo VI dissemos a propósito de fenómenos de infiltração — nomeadamente acerca das linhas de corrente, «piping», esvaziamentos súbitos, etc. — tem aqui a sua aplicação imediata. Convém acentuar que uma grande percentagem dos desastres verificados com barragens de terra se filia justamente na não observação dos preceitos já apontados.

Todas as forças de infiltração devem ser consideradas no projecto, tomando as circunstâncias mais desfavoráveis.

O método que consiste em impedir que as linhas de corrente atinjam o talude seco

Fig. 128

(fig. 128) por interposição dum núcleo impermeável, de preferência argiloso, tende

hoje a ser posto de parte em virtude do seu elevado custo. Hoje a tendência consiste no emprego de filtros de Terzaghi (ver Cap. VI),

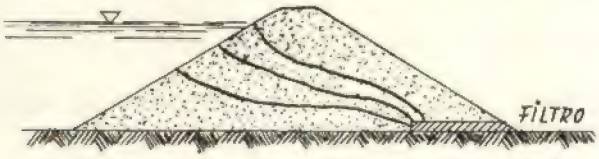


Fig. 129

fazendo uma chamada às linhas de corrente, assegurando o talude seco contra o perigo de deslizamento (fig. 129).

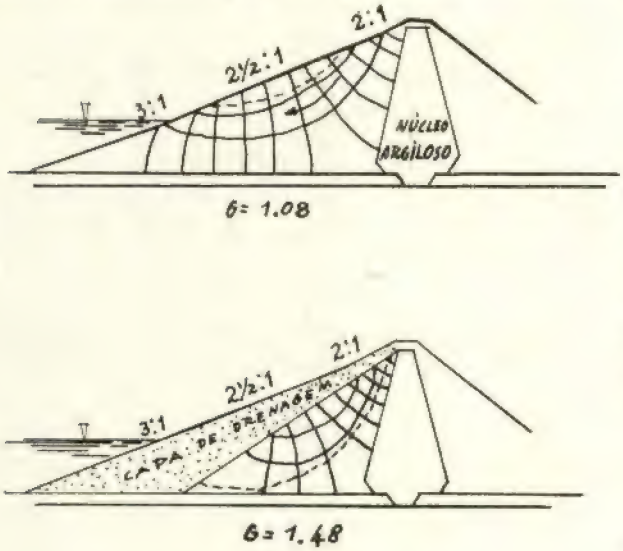


Fig. 130
(Diversos [3] pág. 57)

Já indicámos as regras em que assenta a constituição de semelhantes filtros.

Outro processo moderno, este para aumentar a estabilidade do talude molhado, sobretudo contra o perigo dum rápido esvaziamento, é a constituição em barragens de núcleo impermeável duma capa de drenagem, separada da terra compactada por um filtro graduado. A fig. 130 mostra um caso em que o factor de segurança passou de 1,08 para 1,48. Este processo é imcomparàvelmente mais económico do que o até há pouco uzado, constituído por simples diminuição do declive do talude.

Na figura, os arcos de círculos tracejados representam linhas de deslizamento mais desfavoráveis.

4 — Cálculo

O método de cálculo hoje quase universalmente aplicado é o de Fellenius, já descrito no Capitulo VI. Em cada uma das fatias considera-se a acção do peso próprio (terra e água dos poros), da coesão, da sub-pressão, das pressões hidrostáticas laterais, e dos impulsos das terras laterais sobre a superfície deslizante.

Em Navarro e Aracil [6] podemos encontrar o processo convenientemente pormenorizado e com exemplos de aplicações.

Deve fazer-se uma comprovação ao deslizamento plano.

(Continua)

Distribuição das armaduras, em vigas de betão armado, de secção constante, e submetidas a cargas uniformemente distribuídas e a momentos Me e Md, à esquerda e direita, respectivamente

PELO ENG.º (U. P.) MANUEL PIO DA MAIA RAMOS

C. D. 624.072.2 — 012.4

Desejamos aqui apresentar os nossos agradecimentos à Direcção da «Técnica» pela solicitude que teve para que este modesto trabalho fosse publicado e ao Sr. Eng.º Carvalho Escarameia pelas sugestões apresentadas e cuidadosa revisão do mesmo.

Propomo-nos neste artigo fazer a distribuição das armaduras, devida à variação dos momentos e dos esforços tangenciais, com o auxílio da régua de cálculo, de uma maneira sistemática, em substituição dos métodos vulgares de distribuição por meio de gráficos, mais morosos e de aplicação quase impossível em alguns casos. Na exposição que segue dispensámo-nos de demonstrar algumas fórmulas de uso corrente e adoptámos a convenção de Cross para o sinal dos momentos.

I

Distribuição devida aos momentos

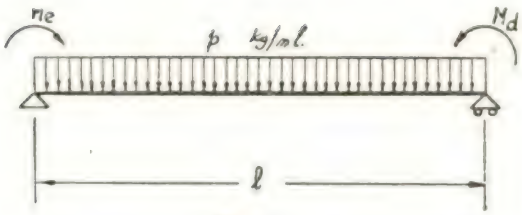


Fig. 1

Numa secção qualquer entre A e B (fig. 1), a expressão dos momentos tomará a forma

$$(1) \quad M = Me + \frac{Md - Me}{l} x + \frac{p\,l\,x}{2} - \frac{p\,x^2}{2}$$

que se obtém pela consideração das forças à esquerda da secção considerada.

O momento tornar-se-á máximo quando for $\frac{dM}{dx} = 0$

$$\frac{dM}{dx} = \frac{Md - Me}{l} + \frac{p\,l}{2} - p\,x = 0$$

$$(2) \quad x_0 = \frac{Md - Me}{pl} + \frac{l}{2} \longrightarrow \text{ponto onde o momento se torna máximo}$$

Substituindo (2) em (1), obtém-se o valor do referido momento máximo.

$$(3) \qquad M_{máx} = Me + \frac{p\,x_o^2}{2}$$

Todos estes valores se obtêm com facilidade com o auxílio da régua de cálculo.

* * *

A equação (1) é uma parábola, de equação referida ao ponto A. Se fizermos uma translacção paralela de coordenadas, de modo que a origem passe para o vértice da parábola, a respectiva equação perde os termos linear e independente, pois as raízes anulam-se.

Teremos, atendendo que $x = x_0 + x_1$ (Fig. 2).

$$Me + \frac{Md - Me}{l}\,x + \frac{p\,l}{2}\,x - \frac{p\,x^2}{2} = K\,x_1^2 + \frac{p\,x_0^2}{2} + Me$$

$$Me + \frac{Md - Me}{l}\left(x_0 + x_1\right) + \frac{p\,l}{2}\left(x_0 + x_1\right) - \frac{p}{2}\left(x_0 + x_1\right)^2 = -\,K\,x_1^2 + \frac{p\,x_0^2}{2} + Me$$

$$K\,x_1^2 - \frac{p\,x_0^2}{2} = 0 \qquad \text{ou} \qquad K = \frac{-\,p}{2}$$

A equação dos momentes, referida ao vértice será, portanto, abstraindo do sinal

$$(4) \qquad M = \frac{p}{2}\,x^2$$

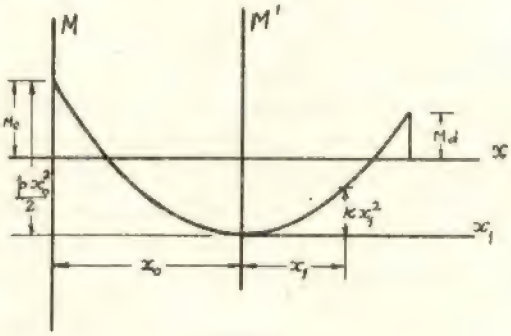


Fig. 2

Numa viga de betão armado, com a solicitação da fig. 1, para o cálculo e distribuição da armadura, parte-se, geralmente, da distribuição dos ferros para o momento máximo. Essa armadura será dada pela expressão seguinte que supomos demonstrada.

$$A_a = \frac{M}{R_a\,z} = \frac{M}{R_a\,\varepsilon\,h}$$

Quando a altura da viga e R_a são constantes, o valor de ε, varia muito pouco (menos de 1,2 %, quando R'_b varia de 75 kg/cm² a 10 kg/cm² e para $R_a = 1400$ kg/cm²).

Nestas condições, a armadura resistente à tracção é directamente proporcional aos momentos

$$(4') \qquad \frac{M}{A_a} = \frac{M'}{A_a'}$$

$$A'_a = A_a\,\frac{\dfrac{p\,x^2}{2}}{\dfrac{p\,x_0^2}{2}} = A_a\,\frac{x^2}{x_0^2}$$

$$(5) \qquad \frac{x_0}{\sqrt{A_a}} = \frac{x}{\sqrt{A'_a}}$$

A_a — armadura correspondente a $M_{máx}$ — Me
x_o — ponto definido na expressão (2)
A'_a — armadura correspondente à abscissa

Quando $x_o < 0$ ou $|M_d| > |Me|$, começa-se pelo ramo direito da parábola. No numerador da expressão (5), substitui-se x_o por $l - x_o$ e no denominador A_a corresponderá a $M_{máx} - M_d$.

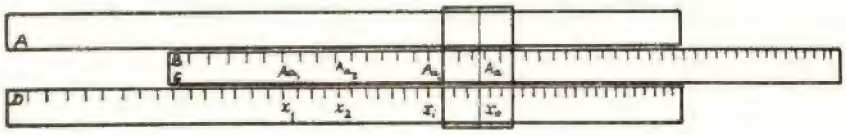


Fig. 3

Análise da fórmula (5)

Esta fórmula, dá-nos a relação entre a abscissa e as áreas de armadura necessárias para uma dada secção da viga, partindo de uma armadura conhecida e correspondente abscissa também conhecida.

Na zona dos momentos positivos, a armadura decresce quando a abscissa aumenta: se a uma secção de abscissa x_i corresponder uma armadura A_{ai}, à secção x_{i+1}, corresponderá a uma armadura $A'_a = A_{ai} - \omega_i$ (ω_i = secção de determinado varão de ferro), deixando, portanto, de ser necessário um ferro de secção ω_i.

Na zona dos momentos negativos, dá-se o contrário: se numa secção de abscissa x_i corresponder uma armadura A_{ai}, à secção x_{i+1}, corresponderá uma armadura $A'_a = A_{ai} + \omega'_i$, sendo portanto necessário mais um varão de secção ω'_i.

Se a armadura total for constituída por n_o varões de ferro, a fórmula (5) apresentará a forma simplificada

$$(5') \qquad \frac{x_o}{\sqrt{n_o}} = \frac{x}{\sqrt{n}}$$

sendo n e n_o o número de varões correspondentes às abscissas x e x_o, respectivamente.

Quando A'_a for igual à armadura correspondente ao momento positivo máximo, a abscissa x correspondente dará o ponto onde os momentos se anulam.

A fórmula (5) pode também aplicar-se não só a vigas de secção constante, mas também a troços de viga de secção constante e de solicitação igual à apresentada atrás.

Nas vigas em T, fazem-se duas distribuições: uma para a parte da viga que funciona como T e outra para a parte que funciona como viga rectangular simples.

A fórmula (5) resolve-se fàcilmente com a régua de cálculo, colocando x_o na escala D e A_a (n_o — no caso de ferros iguais) na escala B, debaixo do mesmo traço do cursor, mantendo as escalas fixas. Desloca-se o cursor, lendo x na escala B e A_a ou n na escala D. A distribuição faz-se para a esquerda e direita de x_o, deslocando ùnicamente o cursor (Fig. 3).

Marcha a seguir

1) Determinar x_o — ponto onde o momento se torna máximo — a partir de

$$x_o = \frac{l}{2} + \frac{Md - Me}{pl}$$

2) Determinar o valor do momento máximo a partir da fórmula $M_{máx} = Me + \frac{p\,x_o}{2}$

3) Dimensionar a viga, a partir do maior valor absoluto do momento actuante e determinar a armadura A_a, correspondente a $M_{máx} - Me$ ou $M_{máx} - Md$, se for $x_o \leq 0$ ou $|Md| > |Me|$

4) Distribuir a armadura A_a, à régua de cálculo, pela fórmula $\frac{x_o}{\sqrt{A_a}} = \frac{x}{\sqrt{A'_a}}$ No caso de barras iguais substituir A_a, e A'_a por n_o e n, respectivamente.

Exemplo

Distribuir a armadura destinada a absorver os momentos de uma viga de 8 metros de vão, submetida a uma carga (peso próprio e sobrecarga) de 2.500 kg/m. l. e aos momentos de encastramento de $Me = -8000$ kg — m e $Md = -5000$ kg — m, à esquerda e direita, respectivamente

1) $x_o = \frac{8}{2} + \frac{-5000 + 8000}{2500 \times 8} = 4 + \frac{3000}{20000} = 4{,}15$ m

2) $M_{max} = -8000 + \frac{2500 \times 4{,}15^2}{2} = -8000 + 21420 = 13420$ kg — m

3) $h = 0{,}36 \sqrt{\frac{13400}{0{,}4}} = 66$ cm para $b = 40$ cm, $R_a = 1400$ kg/cm² e $R'_b = 50$ kg/cm²

$A_a + = 0{,}623 \times 6{,}6 \times 4 = 16{,}5$ cm² — armadura correspondente ao momento máximo

A_a (correspondente a $M_{max} - Me$) $= 16{,}5 \times \frac{13{,}42 + 8}{13{,}4} = 26{,}3$ cm². São necessários 9 ø $^{11}/_{16}''$ com 21,6 cm² e 3 ø $^{5}/_{8}''$ com 5,96 cm², por exemplo.

4) Agora com uma tabela de varões de ferro, vamos distribuí-los na viga.

$\frac{4{,}15}{\sqrt{26{,}3}} = \frac{x}{\sqrt{Aa}}$ . . . . . Escala D da régua de cálculo
. . . . . Escala B da régua de cálculo

Momentos positivos

$Aa_1 =$ 2,41 (1 ø $^{11}/_{16}''$) cm²	. . . . .	$x_1 = 1{,}26$ m — a partir de x_1 deixa de ser nec. 1 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_2 =$ 4,81	. . . . .	$x_2 = 1{,}78$ m — » » » x_2 deixam » » » 2 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_3 =$ 7,22	. . . . .	$x_3 = 2{,}18$ m — » » » x_3 » » » » 3 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_4 =$ 9,62	. . . . .	$x_4 = 2{,}52$ m — » » » x_4 » » » » 4 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_5 =$ 12,03	. . . . .	$x_5 = 2{,}81$ m — » » » x_5 » » » » 5 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_6 =$ 14,40	. . . . .	$x_6 = 3{,}07$ m — » » » x_6 » » » » 6 ø $^{11}/_{16}''$
$Aa_7 =$ 16,80	. . . . .	$x_7 = 3{,}32$ m — » » » x_7 » » » » 7 ø $^{11}/_{16}''$

Momentos negativos

$Aa_8 =$ 19,20 cm2	. . . . .	$x_8 = 3{,}47$ m — de x_7 a x_8 é nec. 1 Φ $^{11}/_{16}''$
$Aa_9 =$ 21,60	. . . . .	$x_9 = 3{,}67$ m — de x_8 a x_9 são nec. 2 Φ $^{11}/_{16}''$
$Aa_{10} =$ 23,59	. . . . .	$x_{10} = 3{,}84$ m — de x_9 a x_{10} » » 2 Φ $^{11}/_{16}$ + 1 Φ $^{5}/_{8}''$
$Aa_{11} =$ 25,57	. . . . .	$x_{11} = 4{,}00$ m — de x_{10} a x_{11} » » 2 Φ $^{11}/_{16}$ + 2 Φ $^{5}/_{8}''$
$Aa_{12} =$ 27,56	. . . . .	$x_{12} = 4{,}15$ m — de x_{11} a x_{12} » » 2 Φ $^{11}/_{16}$ + 3 Φ $^{5}/_{8}''$

Para a direita da viga, os valores são iguais até à distância correspondente a $l - x^0$ ou seja até $8 - 4{,}15 = 3{,}85$, m, correspondendo a essa abscissa 2 Φ $^{11}/_{16}''$, + 1 Φ $^{5}/_{8}''$ em virtude da simetria da parábola.

Por uma questão de segurança utilizamos no denominador do primeiro membro da fórmula (5), o valor de A, correspondente à secção prática de armadura, para os momentos negativos (27,56 cm² neste caso). Pelas mesmas razões, utilizamos para os momentos positivos o valor teórico.

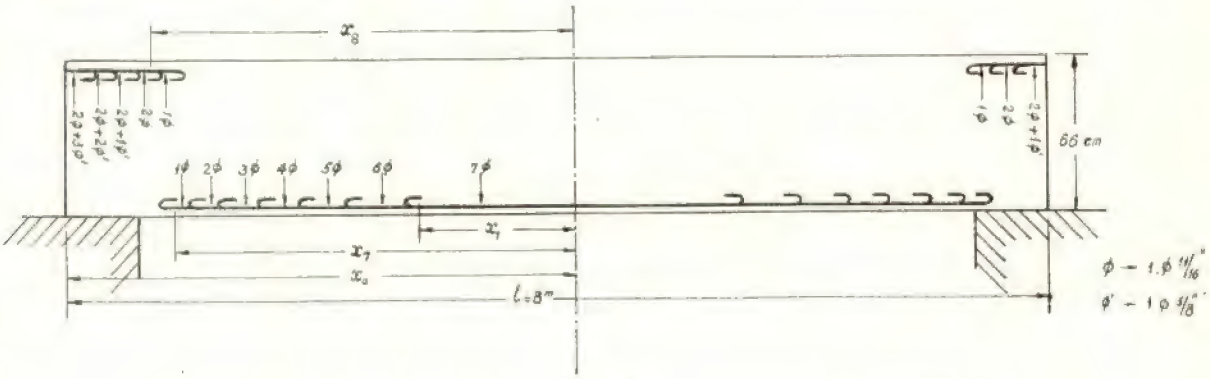


Fig. 4

Neste exemplo apenas apresentamos os pontos onde, em teoria, os ferros deixam de ser necessários; temos de atender às boas disposições construtivas e aos esforços de escorregamento, mas uma vez dados os pontos teóricos, ficamos com os melhores dados para fazer a distribuição com facilidade e sobretudo, com segurança.

II

Distribuição das armaduras destinadas a absorver os esforços tangenciais

Vamos supor que temos uma viga uniformemente carregada e que nessa viga o esforço tangencial $\tau = \frac{T}{b\,z}$ é superior a 4 kg/cm². Então esse esforço terá de ser absorvido por estribos e barras inclinadas, ou só por uma das coisas.

Se o esforço τ_e (diagrama da fig. 5) foi absorvido por estribos, terá de ser absorvido por barras inclinadas, $(\tau_o - \tau_e)$ e na extensão $(l - l_2)$

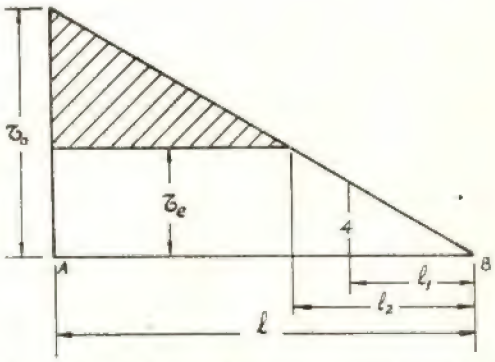
$$l_1 = \frac{4\,l}{\tau_o} \qquad l_2 = \frac{\tau_e\, l}{\tau_o}$$

Se quisermos absorver o esforço transverso correspondente a τ_e por estribos, o número deles, a sua secção e o espaçamento serão dados pelas fórmulas seguintes cuja justificação nos abstemos de dar visto se encontrar em qualquer tratado de Betão Armado.

$$(6) \quad \Omega_a = \frac{\tau_e\, b\,(l - l_1)}{R_a} = K_1$$

$$(7) \quad \frac{\omega_a}{l'} = \frac{\tau_e\, b}{R_a} = K_2$$

$$(8) \quad n\, l' = l - l_1$$



A — ponto onde o esforço tangencial é máximo
B — ponto onde o esforço tangencial se anula

Fig. 5

R_a — limite da fadiga para o aço.

Ω_a — área total de estribos destinada a absorver o esforço tangencial τ_e

b — largura da viga

l — l' — extensão da viga onde são necessários os estribos

ω_a — área transversal dos estribos dispostos em cada fila (fig. 6)

n — número de filas de estribos

l' — espaçamento entre filas

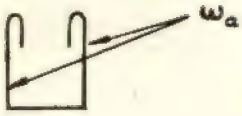


Fig. 6

Todas estas fórmulas se podem resolver, fàcilmente, com a régua de cálculo. Na fórmula 7 podemos jogar, com facilidade, com a secção transversal e com o espaçamento. Notar que, segundo alguns autores, o espaçamento não deve ser inferior a 0,75 z (z — braço do binário das forças internas)

Barras inclinadas

A área total de barras inclinadas Ω_{al} é dada pela expressão (por ex. V. Saliger — H_o Armado), na extensão $(l - l_2)$

$$\Omega_{al} R_a = \frac{b}{\sqrt{2}} \int_{x=0}^{x=l-l_2} \tau_x \, d_x = \frac{b}{\sqrt{2}} F \qquad F \text{ — área tracejada} \tag{8}$$

$$\Omega_{al} = \frac{b}{R_a \sqrt{2}} \frac{(\tau_o - \tau_e)(l - l_2)}{2} = \frac{b(\tau_o - \tau_e)^2 l}{2 \tau_o R_a \sqrt{2}} \tag{9}$$

Uma vez determinada a armadura total de barras inclinadas, necessária para absorver o esforço tangencial pedido, pode fazer-se a sua distribuição, no caso de barras iguais, pelo processo indicado por Saliger ou por outro, de aplicação mais corrente, indicado em «Pratique du Béton Armé» MAGNEL (3.ª ed.)

Vamos apresentar outro processo que, além de poder ser resolvido mais simplesmente com o auxílio da régua de cálculo, e mais geral, pois os varões podem distribuir-se, mesmo que não sejam iguais.

Como

$$\Omega_{al} = \frac{b\,F}{\sqrt{2}\,R_a} = K\,F \qquad\qquad \frac{b}{\sqrt{2}\,R_a} = K$$

segue-se que a armadura destinada a absorver o esforço transverso é directamente proporcional à área do diagrama dos $\tau\tau$ ter-se-á, então

$$\frac{\Omega_a}{\Omega'} = \frac{F}{F'} = \frac{\tau L}{\tau' x} = \frac{\tau L^2}{\tau x^2}$$

$$\frac{x^2}{\Omega'} = \frac{L^2}{\Omega_a}$$

$$\frac{x}{\sqrt{\Omega'}} = \frac{L}{\sqrt{\Omega_a}} = C^e \tag{10}$$

x — abscissa que limita a zona de esforço tangencial a absorver por barras de secção Ω'.

Fórmula muito parecida com a que encontramos para os momentos. No caso de barras iguais substitui-se Ω_a pelo número delas, vindo para o denominador de x, Ω' em números inteiros. No caso da área dos $\tau\tau$ ser um trapézio, prolongam-se os lados não paralelos resolve-se como se fosse um triângulo e desconta-se a armadura correspondente ao triângulo em excesso.

Exemplo

Calcular e distribuir as barras inclinadas, destinadas a absorver a totalidade de esforço transverso cujo $\tau_{máx} = 5$ kg/cm², numa extensão de 1,50 m, numa viga de 35 cm de largura carregada uniformemente

$$\Omega_a = \frac{\tau\, b\, L}{2\, R_a \sqrt{2}} = \frac{35 \times 5 \times 150}{2 \times 1400 \times \sqrt{2}} = 6{,}62 \text{ cm}^2$$

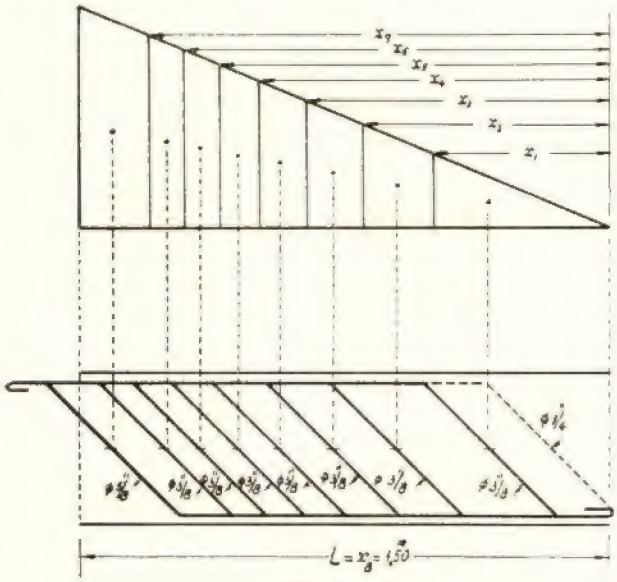


Fig. 7

Esta armadura pode ser constituída por ex. por 7 ø $^3/_8$" = 4,98 cm² e com 1 ø $^5/_8$ com 1,99 cm²

$$\frac{x}{\sqrt{\Omega'}} - \frac{1{,}5}{\sqrt{6{,}62}}$$

cm²	m
$\Omega_1 = 0{,}71$ (1 ø $^3/_8$")	$x_1 = 0{,}49$
$\Omega_2 = 1{,}42$	$x_2 = 0{,}69$
$\Omega_3 = 2{,}14$	$x_3 = 0{,}85$
$\Omega_4 = 2{,}85$	$x_4 = 0{,}98$
$\Omega_5 = 3{,}56$	$x_5 = 1{,}10$
$\Omega_6 = 4.27$	$x_6 = 1{,}20$
$\Omega_7 = 4{,}98$	$x_7 = 1{,}30$
$\Omega_8 = 6{,}97$ (7 ø $^3/_8$" + 1 ø $^5/_8$")	$x_8 = 1{,}50$

Uma vez obtidos estes pontos, traça-se o gráfico dos esforços tangenciais e marcam-se as abscissas dos pontos limites das áreas de esforço transverso a absorver por cada varão. Notar que os varões se levantam pelos centros de gravidade destas áreas, centros estes que a determinam por aproximação o que aliás não tem importância para o estudo em vista (Fig. 7).

Como a viga apresentada, neste exemplo, tem uma altura reduzida, o 1.º ø $^3/_8$" embora, em teoria, absorva todo o esforço tangencial, pràticamente não absorve pois a extensão é excessiva. Poderíamos fazer nova distribuição com ferros de menor diâmetro, mas, aqui, resolvemos acrescentar um pequeno ø $^1/_4$" que se encontra a tracejado, ficando a viga em boas condições para obsorver os esforços tangenciais.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

A Função Pedagógica do Livro

C. D. 37 01

Os esforços dos alunos, no sentido de alterar métodos e programas de estudo, são em geral encarados com desconfiança. Afirma-se e aceita-se, com frequência, que o aluno busca a solução mais fácil, com prejuízo do que deve aprender. Este facto revela uma situação de real descrédito do aluno junto dos professores, em parte por culpa dele: falta de sentido de responsabilidade, ou, quando o possui, falta de convicção para o revelar.

Outras vezes, os esforços dos alunos, animados de propósitos construtivos e de sentido de responsabilidade, são considerados irreverência e impertinência. Estas qualificações pretendem sustentar que o aluno anda esquecido do respeito que deve aos professores.

A Secção Pedagógica, sabedora destas críticas, tem tido a preocupação de não as merecer. Traz agora a públiço um depoimento, que reflecte insatisfação, com um aspecto do ensino e desejo de obter facilidades para o estudante. Contudo, são facilidades que não visam senão arredar caminhos tortuosos para a aquisição do «conhecimento». E é uma insatisfação, sem pretensões impertinentes de apontar soluções indiscutíveis, antes na certeza de que é aos professores, a eles sim indiscutìvelmente, que cabe solucionar as deficiências apontadas.

* * *

A questão que vamos pôr é muito singela: a importância dos textos, livros ou simples publicações, como instrumento de estudo. Com a defesa deste tema, a seguir exclusivamente desenvolvido, não se quer diminuir a importância da exposição oral das matérias de ensino, que consideramos um meio de comunicação viva indispensável à preparação teórica.

O valor do livro como comunicação de conhecimentos é facto tão incontestável, como alavanca fundamental da civilização moderna, que seria ociosidade alargarmo-nos na apologia da importância do livro na aprendizagem teórica da técnica complexa que é hoje a engenharia. Facto tão incostestável não tem merecido todavia, a nosso ver, a necessária atenção nas nossas Escolas Superiores, e muito particularmente no nosso Instituto.

A preocupação do exame, o desejo imediato de o vencer, limitam muitas vezes no aluno o desejo de saber às fronteiras dos ensinamentos do professor. É sabido que o professor não pode abordar no seu programa a extensão quase infinita dos conhecimentos técnicos modernos. Apenas uma especializacão, posterior ao curso, permitirá ao engenheiro aprofundar esses conhecimentos, ainda assim limitados ao ramo da especialidade em que recair a sua preferência. Não obstante, uma perspectiva mais larga do que a adquirida nas lições do professor, o conhecimento, embora sumário, de todas as conquistas das teorias até às mais modernas, poderia e é necessário serem facultados ao aluno, através da divulgação da literatura técnica. Não se trata de pôr o aluno a estudar os livros como quem estuda as lições que constituem matéria para o exame. Devia dar-se-lhe um conhecimento da literatura técnica que não podia deixar de ser superficial. Apesar de superficial era um auxílio para a especialização futura, era já uma iniciação, papel que à Escola cabe desempenhar e que, actualmente, tem de ser superado pelo esforço próprio do aluno. Este interroga um e outro professor, corre

as bibliotecas, busca as revistas, consulta colegas mais adiantados ou engenheiros amigos, e lá vai esbarrando com maiores ou menores dificuldades, abrindo horizontes para lá do conhecimento ministrado nas aulas e adquirindo bagagem para o futuro. Se não é tomado por grande desejo de saber, antes o domina a ânsia de não reprovar nos exames, então o aluno termina o curso, talvez com altas classificações, e chega embaraçado à vida prática, sem a Escola lhe ter facilitado, como devia facilitar, o conhecimento da literatura técnica, amparo indispensável no exercício da sua profissão.

Já no estudo dos programas de exame, o livro tem o seu papel a desempenhar. É manisfestamente insuficiente aprender fixando as lições do professor, ou mesmo socorrendo-nos de apontamentos apressados das aulas, necessàriamente deficientes. A leitura, em casa, de livros ou publicações dos autores categorizados seria o melhor sistema para a preparação teórica de um exame, assim como para uma melhor consolidação futura do conhecimento. A inexistência de livros, a dificuldade em os adquirir ou a ignorância de sua existência conduzem o aluno a socorrer-se das «folhas» editadas pela Associação, com todos os inconvenientes das suas imperfeições.

Não podemos confinar a importância do livro ao seu valor pedagógico para a revisão das lições, para a preparação dos exames. Os livros são uma reserva de conhecimento, um potencial de consulta para a vida profissional. Nesta função, os apontamentos e as «folhas», insuficientes já para a preparação dos exames, perdem o interesse e geralmente são, no fim do curso, ruínas inúteis de seis anos de trabalho

Dentro da literatura técnica, temo-nos vindo a referir particularmente aos livros. Ora não podemos deixar de acentuar o valor pedagógico de outras publicações: revistas, ensaios, monografias ou simples notícias. É notória a impressão que causa no estudante os artigos de revista, de divulgação ou mesmo ensaios teóricos mais arrevezados, naturalmente preferindo os primeiros. É observável, por exemplo, o interesse com que acolhe as teses do Congresso de Engenharia e outras comunicações, descobertas ou notícias, que em geral ficam inacessíveis ao estudante por falta de conveniente divulgação. É sabido que os ensaios teóricos, as divulgações dos resultados de investigação, as notícias dos empreendimentos em curso e das aplicações notáveis de técnica, encontram-se dispersas em variadíssimas publicações. E é indispensável aliar estes conhecimentos ao fornecido pelos livros e grandes tratados, para adquirir uma informação permanentemente actualizada das conquistas da técnica e uma visão dinâmica e estimulante do progresso. Este aspecto também a Escola tem descurado na formação dos seus alunos, limitando-se estes quase ao convívio com a revista «Técnica» e com o que o acaso lhes põe à frente dos olhos, raramente sob indicação dos professores.

Concluindo: dar a conhecer ao estudante a literatura técnica é missão da Escola. Não é difícil reconhecer o acerto que esta conclusão encerra. Mais do que formular um juízo de valor, importa porém definir: como deve a Escola iniciar o estudante no conhecimento e no hábito de consulta da literatura técnica? Esta é a questão que se põe, e exige uma resposta integral e praticável.

Não basta a informação dos livros editados e das revistas em publicação. É necessário, que ao estudante seja fornecida uma documentação precisa e actualizada. Só uma documentação precisa, detalhando e apreciando o conteúdo dos livros e o grau de desenvolvimento dado aos seus capítulos, prevenindo as limitações ou o interesse restricto de determinadas publicações, pode informar o estudante dum critério de escolha que lhe permita utilizar a literatura indicada. Só uma documentação permanentemente actualizada, atenta às publicações periódicas, ao aparecimento de livros novos, a todas as comunicações reveladoras das inovações técnicas, pode assegurar ao estudante uma informação adequada ao progresso científico.

Ainda não basta fornecer-lhe, com correcção e actualidade, as informações bibliográficas. Se ao mesmo tempo não se ensinar

e habituar o estudante a reunir e classificar as notas bibliográficas de modo a consultá-las quando delas vier a precisar, condená-lo-ão a afundar-se sob um amontoado de informações. O curso não preenche a sua função pedagógica se não for escola de organização do trabalho intelectual. Falhando na Escola esta função orientadora do trabalho intelectual, e verificada a actual ignorância do estudante sobre normas de classificação e registo, para a consulta racional e fácil, da bagagem intelectual adquirida, o conjunto de informações bibliográficas, o mais completo, minucioso e exacto, permaneceria estéril. Só coleccionadas e arrumadas para uma fácil consulta, essas informações irão constituir um capital armazenado da maior importância para o futuro.

Em face da impossibilidade de, em 6 anos, o cérebro do estudante abarcar em profundidade a largueza dos conhecimentos da técnica, não interessa tanto à Escola ensinar-lhe as ciências da engenharia, como ensinar onde ele oportunamente as pode aprender. Nos diversos ramos de conhecimento das especialidades e nas suas aplicações práticas, o estudante colhe na Escola apenas uma iniciação. O aprofundamento posterior é-lhe aberto por toda aquela reserva acumulada de informações fornecidas no decorrer do curso.

Apetrechado o estudante com a documentação bibliográfica, há que assegurar depois uma associação íntima entre os dois planos da actividade escolar — aquisição de bagagem intelectual e aprendizagem prática — que se contraponha ao divórcio, em que é fácil cair-se, entre a aquisição das qualificadas informações bibliográficas, por um lado, e, por outro, uma frequência às aulas e uma preparação para os exames, decorrendo em completa estranheza das publicações aconselhadas. No decurso das aulas e na preparação para os exames, o estudante devia recorrer com frequência aos livros, que na profissão há-de utilizar, em vez de apontamentos ou «folhas» artificiosas que apenas sirvam para alcançar uma boa aprovação no fim do ano. Isto significaria pôr à prova de trabalho, na curta iniciação do tempo escolar, os instrumentos indicados e acumulados para a prática profissional. Neste sentido impõe-se facilitar, dentro dum programa escolar, o acesso aos livros e a toda a variedade de publicações técnicas, e substituir as provisórias «folhas» pelos livros, já editados ou expressamente a editar com as matérias ensinadas nas aulas. Impõem-se medidas tais como: a presença dos livros nas aulas práticas à livre disposição dos alunos, indicações pelo professor dos livros e seus capítulos em que vem exposta a teoria exigida para exame, provas escritas com livre consulta de livros, bibliotecas bem apetrechadas e de consulta muito facilitada.

Em resumo do que fica dito para trás, devemos concluir que de nada vale reconhecer a importância pedagógica do livro — todos a aceitam —, se não forem tomadas na Escola as medidas concretas para impor o recurso ao livro nos hábitos de estudo do aluno, no grau de influência em que a moderna prática da profissão o solicita.

À semelhança da prevenção inicial de que a nossa apologia da função pedagógica do livro não pretende diminuir o uso concomitante de outros meios de ensino, como a exposição oral, queremos agora acrescentar que a um ensino exclusivamente livresco, que possa parecer defendido neste artigo, opomos um ensino aliando intimamente a teoria à prática, à prática dos problemas reais da engenharia, investigação e execução de obras, prática que só fora dos livros, só nas aulas e nas obras se pode fornecer com a presença de assistentes e instrumentos práticos de trabalho em suficiência.

* * *

No decorrer destas considerações sobre a posição em que entendemos dever colocar a literatura técnica, dentro da aprendizagem do engenheiro, ressaltaram algumas das deficiências do ensino no Instituto. Numa maior concretização, analisaremos em seguida quatro actividades que, devidamente orientadas, poderão fornecer num futuro imediato uma contribuição decisiva para a valorização da literatura técnica.

As medidas propostas são inteiramente comportáveis dentro da estrutura do sistema em vigor. Praticá-las não obriga a qualquer alteração da estrutura, não só se não opõe aos seus princípios como ainda os aviva e purifica. Quisemos acautelarmo-nos contra a ideia fácil do recurso às reformas: a necessidade correntemente divulgada e aceite de modificações radicais, reflectindo problemas realmente existentes, encobre muitas vezes vícios, não do sistema vigente, mas da sua aplicação. Mais do que duma reforma do sistema, a Escola carece duma reforma de atitudes e hábitos imperantes na aplicação do sistema.

As medidas concretas, que propomos, podem assim enunciar-se esquemàticamente:

I — Em cada cadeira, o professor e os assistentes facilitarão ao aluno as informações bibliográficas e todas as fontes dos conhecimentos afins à cadeira, documentando deste modo o estudante, não só para a preparação escolar, mas também para a ulterior ampliação dos seus conhecimentos na vida profissional. Mas, mais do que isso, deverão permanentemente orientar o aluno na arrumação, enriquecimento e actualização dessas informações num registo de fichas. E adoptando métodos convenientes, forçar-se-á o aluno no decurso das aulas e dos exames, a recorrer sistemàticamente aos livros, num treino de utilização da documentação registada.

II — A Biblioteca do Instituto, mais do que um depósito de literatura técnica de engenharia, de consulta muito acessível ao estudante (o que ainda não é), deverá converter-se num instrumento de trabalho ìntimamente associado às aulas. Mais do que a curiosidade e o desejo de saber, deveria arrastar o aluno até junto da Biblioteca a necessidade diária de acompanhar as aulas e executar os trabalhos escolares. Também a Biblioteca deverá transformar-se num centro de documentação e informação sobre engenharia, para consulta de alunos e engenheiros e exemplo do que, em pequena escala, cada aluno sob a orientação dos professores, deverá constituir para seu uso pessoal.

III — Reconhecida a função eminentemente pedagógica do livro, deverão os professores ser os primeiros a valorizar a literatura técnica nacional. Dando prioridade às necessidades escolares, deverão encetar o trabalho de editar, em livros ou em fascículos cuidadosamente revistos e impressos, as matérias exigíveis ao aluno. Facilidades de ordem material devem ser pedidas às instituições oficiais. Entretanto deveria reconhecer-se o esforço meritório de Associação na publicação das «folhas» e consequentemente os professores colaborariam nestas modestas publicações, enquanto se não criassem condições para as publicações impressas.

IV — Mercê do esforço da Associação e da colaboração de muitos engenheiros, a revista «Técnica» conquistou já um lugar de interesse dentro da engenharia nacional e entre os alunos, o que o Instituto parece desconhecer. A contribuição pedagógica da «Técnica» poderá ser muito enriquecida, se o Instituto lhe emprestar uma maior colaboração, com o fornecimento regular de artigos, ensaios e relatórios. Os professores encontrarão na «Técnica», devidamente exploradas as suas possibilidades, um excelente auxiliar do ensino, papel que dum modo arbitrário a revista já vem desempenhando.

* * *

A Secção Pedagógica, dentro da modéstia dos seus recursos e da sua reduzida competência, nada mais tem feito do que formular pareceres, porque raramente se poderá abalançar no empreendimento de soluções. Mais segura, no assunto que temos vindo a tratar, quer a Secção, desta vez, assinalar a acção com outras iniciativas que não sejam mais uma exposição dirigida ao Conselho Escolar.

A Secção Pedagógica chamou este ano a si a responsabilidade de fomentar a colaboração na «Técnica», em apoio aos esforços dos respectivos dirigentes, assim como a responsabilidade de contribuir para o melhoramento das «folhas» auxiliando a respectiva Secção. No que diz respeito a informações bibliográficas, está criando neste momento um centro de documentação e

ficheiro, para o que recebeu já a colaboração de alguns professores e conta com a de todos.

Com o propósito de popularizar o uso dos livros, outra iniciativa da Secção Pedagógica, que tem de ficar adiada para o próximo ano, é a realização de exposições sucessivas dos livros afins aos diversos cursos especiais do Instituto.

Queremos acentuar a insuficiência destas iniciativas da Secção que, por si próprias, pouco podem valer que se traduza em benefícios imediatos para os estudantes. Antes valem — e esse foi o nosso propósito ao promovê-las — como meio para despertar e abrir as perspectivas a uma acção mais larga que as autoridades pedagógicas poderão empreender.

A Secção Pedagógica da A. E. I. S. T.

ACABA DE APARECER

FORMULÁRIO DE MATEMÁTICAS GERAIS

Pelos Eng.cs *Fernando Jácome de Castro*
Afonso Rodrigues J. Fernandes

Livro de grande utilidade para técnicos, matemáticos e estudantes

BIBLIOTECA

PUBLICAÇÕES

Todas as publicações aqui indicadas, são pertença da Biblioteca da A. E. I. S. T.

C. D. 11 + 12:576

The unitary principle in physics and biology

Por LANCELOT LAW WHITE

Edição de The Cresset Press — Londres — 1949

O desenvolvimento da teoria da relatividade e da teoria dos quanta a partir de 1900, mostrou que os fundamentos newtonianos das ciências exactas eram inadequados, mas até agora não se encontrou qualquer outra, que ofereça segurança. Neste trabalho, que revela uma longa preparação, o autor traça de uma maneira original uma base de uma nova síntese científica, que abrange tanto o campo da matéria viva como o inorgânico.

Aplica um novo método dentro do domínio das ciências exactas para traçar um «programa de pesquizas para a física teórica, e para desenvolver uma «teoria do organismo».

Evidentemente que os argumentos apresentados pelo autor são susceptíveis de discussão, mas merecem o interesse dos apaixonados da pesquisa científica; quer se considere que o autor envereda pelo bom caminho ou não, o trabalho põe em evidência um importante capítulo da história das ciências exactas.

C. D. 5.001.5

The principles of scientific research

Por PAUL FREEDMAN

Editor Macdonald & C.°, Ltd. — Londres — 1949

Na discussão deste assunto, de tão flagrante importância e tão pobremente documentado, o autor dirige-se principalmente aos jovens que se dedicam à pesquisa científica. Mas, como se friza no prefácio, este livro é também dedicado aos dirigentes de quem depende em grande parte o sucesso dos trabalhos de investigação.

Não é optimista o quadro que o autor traça para o cientista cuja vida seja dedicada à pesquisa e para aquilo que o espera, mas é o que o estudioso inexperiente e aqueles que controlam o seu destino devem considerar.

C. D. 517.54

Lecciones sobre Representacion Conforme

Por CESAREO DE MADARIAGA

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1944-45 — Págs. 43

C. D. 519.2 : 53

El Empleo en Fisica de Conceptos Estadisticos

Por LUCINI

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1943-44 — Págs. 34

C. D. 532 685

Permeabilidade dos Materiais Aquíferos — Sua determinação

Por ANTÔNIO AUGUSTO DE SOUSA TAVEIRA

1949 — Volume I — Págs. 182

C. D. 537.5

Los gases como condutores electricos

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1945 — Págs. 58

C. D. 621-0/-9

Lecciones sobre Construccion de Maquinas en general

Por MARIO MARTINEZ DE LA ESCALERA

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1943-44 — Págs. 74

C. D. 621.1

Lecciones sobre los accidentes en las instalaciones de vapor y su prevencion

Fascículo IV

Por D. ARNALDO IZARD LLONCH

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1943-44 — Págs. 38

C. D. 621.2

Lecciones sobre ensayo de Maquinas Hidraulicas en Modelo Reducido

Por LUIS THIO Y RODES
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1943-44 — Págs. 50

C. D. 621.3

Catálogos da Haefely (Electricidade)

C. D. 621.38

Comunicaciones del seminario de Electronica Industrial — Modulacion de frecuencia

Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1944 — Págs. 38

C. D. 621.395

Publicações da Administração Geral dos C. T. T.

C. D. 621.396

Comunicaciones del seminário de alta frecuencia y electroacustica

Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1944 — Págs. 28 + 32 + 34
3 folhetos

C. D. 624.07.-012.4

Lecciones sobre Orientaciones Modernas del calculo y ejecucion de las obras de Hormigon Armado

Fascículo VIII
Por GONZALO CEBALLOS PRADAS
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1943-44 — Volume I — Págs. 41

C. D. 625.1/6

Traité d'Exploitation des Chemins de Fer

Por A. FLAMACHE — A. HUBERTI — A. STÉVART
1885 — Volume 4

C. D. 631.3

Lecciones sobre Maquinaria Agricola

Por JOSÉ MARIA HERRERO GALLEGO
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1943-44 — Volume I — Págs. 43 a 205

C. D. 663.63

Correccion y Purificacion de Aguas com Destino a Usos Industriales

Fascículo VI
Por ANTÓNIO FERRAN DEGRIE
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1943-44 — Volume I — Págs. 41

C. D. 666.94

Lecciones sobre Termotécnia en la Industria del cemento

Fascículo VII
Por D. JOSÉ FERRER — VIDAL Y LLAURADO
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1943-44 — Págs. 29

C. D. 666.94

Lecciones sobre la industria del cemento

Fascículo I
Por D. PATRICIO PALOMAR
e D. CARLOS GASCUÑANA
Escuela Especial de Ingenieros Especiales
1941-42 — Págs. 150

C. D. 667.2

Lecciones sobre Quimica Textil

Fascículo X
Por D. RAMON OLIVERAS FERRER
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1941-42 — Págs. 883/947

C. D. 677

Lecciones sobre Tejidos

Fascículo XIII
Por D. JOAQUIM OLLER VALLES
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1941-42 — Págs. 1151/1255

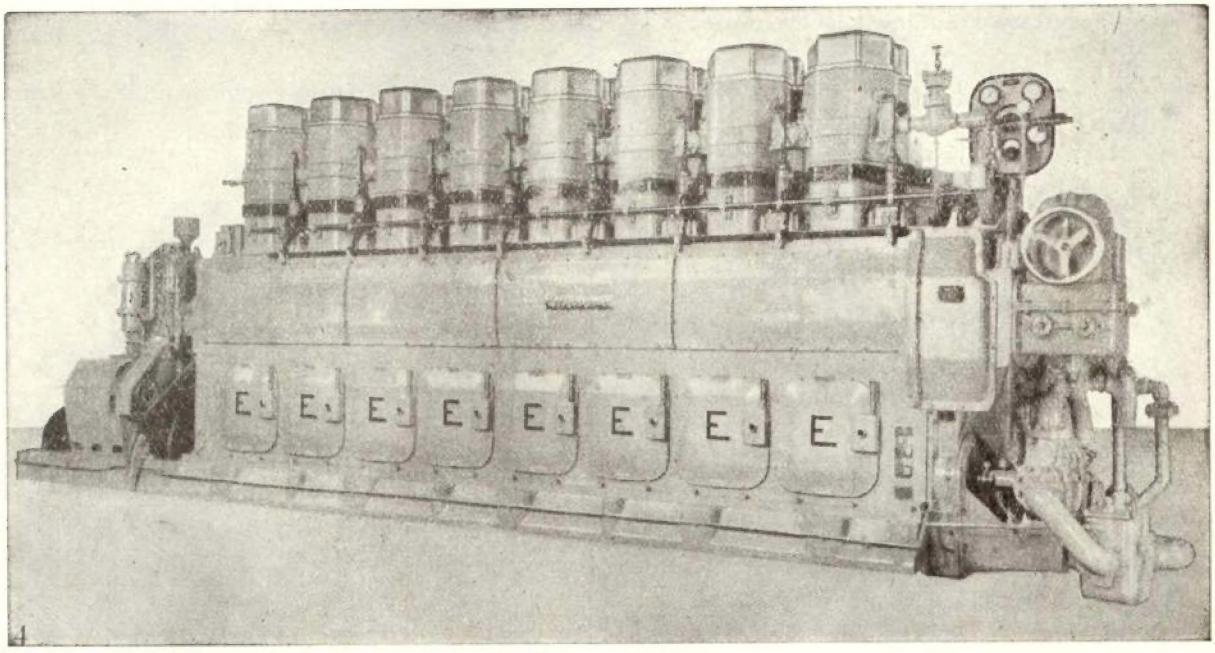
C. D. 677.5

Lecciones sobre Hilatura

Por D. JOSÉ SERRA RABERT
Escuela Especial de Ingenieros Industriales
1941-42 — Págs. 1059/1142

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP — **200 a 850 RPM** — **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º — **LISBOA**

C. D. 76

Lecciones sobre Artes Gráficas

Fascículo XI

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1941-42 — Volume I — Págs. 955 a 1052

C, D. 778.5

Lecciones sobre Cinematografia

Por D. VICTORIANO LOPEZ GARCIA

Escuela Especial de Ingenieros Industriales

1941-42 — Págs. 527/744

REVISTAS

		C. D.
Aeroplane (The), n.os 2026 a 2031	Inglaterra	629.13
Aircraft Engineering, n.º 254	Inglaterra	629.13
Agronomia Lusitana, vol. 9, n.º 4, vol. 10, n.os 1, 2 e 3	Portugal	631
Análise, n.º 22	Portugal	016:53/54+62
Arquitecto Constructor (El), n.º 694	Argentina	72
Asea Journal, n.º 2 (1950)	Suécia	621.3
Asea-Revue, n.os 1-2	Suécia	621.3
Boletim da Junta Nacional da Cortiça, n.º 136	Portugal	634.985.5
Boletim Mensal de Informação do Laboratório de Engenharia Civil, n.os 11 e 12	Portugal	025.45:016:62+/669
Boletim Oficial do Governo da Colónia de S. Tomé e Príncipe, n.os 15, 16 e 17, 1 e 8 de Abril (1950)	Portugal	
Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa, n.os 9 e 10, (1949)	Portugal	91.0
Brotéria, fasc. 5, Maio	Portugal	1/3+7/8
Building Digest, n.os 4, 5, 3 (1950)	Inglaterra	72
Bulletin du Congrés des Chemins de Fer, n.º 4, 1950	Bélgica	385
Bulletin Oerlikon, n.os 278, 280	Suíça	621.3
Bulletin Technique de la Suisse romande, n.os 7, 8 e 9	Suíça	624/628+72
Cemento y Hormigón, n.º 193	Espanha	666.9
Chronique des Mines Coloniales (La), n.º 166	França	622
Ciencia y Tecnica, n.º 574	Argentina	62+66/69
Civil Engineering, n.º 526	Inglaterra	624/628
Compressed Air Magazine, n.º 4, 1950	E. U. A.	621.5
Courier (Le), Vol. III, n.º 3	Unesco	
Dyna, n.º 4 (1950)	Espanha	62+66/69
Elan, n.º 12 (1949)	Unesco	
Electricité, n.º 160	França	621.3
Engineering, n.os 4394 a 4397	Inglaterra	62+66/69
Excavating Engineer, n.º 4	E. U. A.	624.13
Ferrocanales, n.º 27, tomo XIX, (3-1950)	México	625.1/6
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.os 1496 a 1498	Portugal	385
Gazeta de Normalização, n.º 3	Portugal	389.6 (469)
Indústria do Norte (A), n.os 361-362	Portugal	62+66/69
Indústria Portuguesa, n.os 263 e 264	Portugal	62+66/69
Industrie des Plastiques Modernes, n.º 1 (1950)	França	679.5
Ingenieria (La), n.º 12 (1949)	Argentina	62+66/69
Ion, n.º 104	Espanha	66
Máquinas e Metais, Abril (1950)	Portugal	621.9+546.3
Mensário das Casas do Povo (S. N. I.), n.º 47	Portugal	(05) (061)
Metallurgia, n.os 246 e 247	Inglaterra	669
Metallurgia Italiana (La), n.º 2	Itália	669
Natura, n.º 62	Portugal	
Ossature Metalique, n.º 4 (1950)	Bélgica	624.014
Rádio Jornal, n.º 6	Brasil	621.396-7
Recherche Aéronautique (La), n.º 14	França	629.13
Revista Agronómica, n.º 4, 1945	Portugal	63
Revista de Artilharia, n.º 298	Portugal	623
Revista de Caminos, n.os 10-11-12, 1949	Chile	625
Revista do Clube de Engenharia, n.º 162	Brasil	62+66/69
Revista Electrotécnica, n.º 4 (1950)	Argentina	621.39
Revista Industrial y Fabril, n.º 42	Espanha	66/68:621

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

●

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

●

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

L I S B O A